

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ - ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Σύνθεση της μακροβενθικής βιοποικιλότητας της ανώτατης
υποπαραλιακής ζώνης του μαλακού υποστρώματος του Παγασητικού
κόλπου.

Τίγκα Ιφιγένεια

ΒΟΛΟΣ 2007

«Σύνθεση της μακροβενθικής βιοποικιλότητας της ανώτατης υποπαρالياκής ζώνης
του μαλακού υποστρώματος του Παγασητικού κόλπου».

Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής :

1. Βαφείδης Δ., Επίκουρος καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπονδύλων και άμεση-έμμεση χρησιμότητα τους, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπων.
2. Σταμόπουλος Δ.Κ, Καθηγητής, Εφαρμοσμένη Εντομολογία και ιδιαίτερα μεγάλων καλλιεργειών και αποθηκευμένων προϊόντων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.
3. Χιντήρογλου Χ., Καθηγητής, Θαλάσσια Βιολογία, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Μέλος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή μου και επιβλέποντα της μεταπτυχιακής μου διατριβής, Επικούρο Καθηγητή, Βαφείδη Δ., για την βοήθεια και την καθοδήγηση κατά την εκπόνηση της.

Επιπλέον τον Καθηγητή, κ. Σταμόπουλο Δ. Κ και τον Καθηγητή, κ. Χιντήρογλου Χ., που δέχτηκαν να είναι τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής.

Επίσης τον Υποψήφιο Διδάκτορα του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Νεοφύτου Ν., για την βοήθεια του στη χρήση των εργαστηριακών οργάνων και του εργαστηρίου καθώς και για τις υποδείξεις του κατά την αναγνώριση των ειδών.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ, στον συμφοιτητή μου, Θοδωρή Παπαθανασίου για την παρέα του, την συνεργασία του και την βοήθεια του καθ'όλη την διάρκεια πραγματοποίησης της παρούσας εργασίας.

Προσωπικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υποστήριξη και την ενθάρρυνση τους σε όλη την ακαδημαϊκή μου πορεία και τους φίλους μου και τον Κώστα που είναι δίπλα μου.

Ιφιγένεια

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα βενθικά οικοσυστήματα παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον, τόσο από οικολογική όσο και από οικονομική αποψη. Είναι κοινώς αποδεκτό, ότι η παρακολούθηση των βενθικών κοινοτήτων, μπορεί να μας δώσει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την οργάνωση των βιοκοινοτήτων, την δομή και την λειτουργία του πληθυσμού των ειδών.

Αναμφίβολα, οι αβιοτικοί παράγοντες, όπως, το φώς, το οξυγόνο, το pH, η θερμοκρασία και άλλοι, επηρεάζουν την επιβίωση, την κατανομή και την αφθονία των βενθικών ειδών σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

Η περιοχή μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, είναι ο Παγασητικός κόλπος. Ο Παγασητικός βρίσκεται στο νομό Μαγνησίας, όπου ο Βόλος είναι η πρωτεύουσα. Ο Βόλος έχει 120.000 κατοίκους και είναι βιομηχανικό και εμπορικό κέντρο ανάπτυξης. Συνεπώς, η θαλάσσια περιοχή του Παγασητικού δέχεται όλο το φορτίο των παραπάνω αναπτυξιακών δραστηριοτήτων.

Η έρευνα επικεντρώθηκε στην ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη, στο μαλακό υπόστρωμα. Σκοπός ήταν η συλλογή και αναγνώριση της βενθικής πανίδας και η καταγραφή των αβιοτικών παραγόντων κάθε περιοχής δειγματοληψίας.

Επιλέχθηκαν, πέντε περιοχές δειγματοληψίας, κατά μήκος του Παγασητικού. Αυτές οι περιοχές ήταν : ο Μαραθιάς, το Λεφόκαστρο, η Αγριά, οι Αλυκές και η Μιτζέλα. Καταγράφηκαν οι ενδείξεις της θερμοκρασίας, του οξυγόνου, του pH και της αλατότητας. Στη συνέχεια, συλλέχθηκε δείγμα του βένθους, για κοκκομετρική ανάλυση και για αναγνώριση των βενθικών οργανισμών. Για την πραγματοποίηση των παραπάνω, χρησιμοποιήθηκαν, φορητά όργανα μέτρησης, ο κύλινδρος Corer, δίχτυ με διάμετρο 0,5 χιλιοστό και κατάλληλα πλαστικά δοχεία. Στη συνέχεια, επεξεργαστήκαμε τα δεδομένα μας, με κατάλληλη στατιστική ανάλυση και με τη βοήθεια δεικτών, για να οδηγηθούμε σε διαπιστώσεις.

Τα αποτελέσματα μας κατέδειξαν ότι οι φυσικοχημικοί παράγοντες κυμαίνονται υπο κανονικές τιμές, για την δεδομένη θερινή περίοδο που έλαβαν μέρος οι δειγματοληψίες και δεν συντρέχει κανένας λόγος ανησυχίας. Επιπρόσθετα, από τις πέντε περιοχές δειγματοληψίας, η περιοχή με την μεγαλύτερη ποικιλία ειδών είναι οι Αλυκές και ακολουθεί η Μιτζέλα. Τα πιο κοινά είδη που καταγράφηκαν είναι από τα

γαστερόποδα το *Bittium reticulatum latreillei*, το *Bittium reticulatum reticulatum*, το *Rissoa similis* και το *Rissoa ventricosa*. Από τα δίθυρα το *Lucinella divaricata* και το *Tellina fabula*. Από τους πολύχαιτους είναι ο *Magelona papillicornis* και ο *Poecilochaetus serpens*.

Συμπερασματικά, στο Παγασητικό εμφανίζονται βενθικοί οργανισμοί, όπου στην ρηγή, ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη, αφθονούν τα γαστερόποδα. Επιπλέον, οι Αλυκές παρουσιάζουν την μεγαλύτερη ποικιλότητα, ενώ το Λεφόκαστρο την χαμηλότερη και έχει την πιο ανομοιομορφη κατανομή των ατόμων μεταξύ των ειδών του.

Λέξεις – κλειδιά : Παγασητικός, βένθος, φυσικοχημικοί παράμετροι.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 : Εισαγωγή

1.1 Βενθικά οικοσυστήματα.....	8
1.1.1 Τύποι υποστρώματος στη βενθική ενότητα.....	8
1.1.2 Οικολογικές ζώνες της βενθικής ενότητας και βιοκοινοτήτων.....	10
1.2 Παγασητικός κόλπος.....	13
1.2.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά.....	13
1.2.2 Βιβλιογραφική έρευνα.....	14
1.2.3 Φυσιογνωμία Παγασητικού κόλπου.....	15
1.2.4 Υδρογραφικά στοιχεία.....	16
1.2.4.1 Ποιότητα επιφανειακών νερών.....	16
1.2.4.2 Περιοχές που δέχονται φορτίο ρύπανσης.....	16
1.2.5 Κλιματολογικά χαρακτηριστικά.....	17
1.2.6 Φυσική ωκεανογραφία.....	17
1.2.7 Χημική ωκεανογραφία.....	17
1.2.8 Βιολογική ωκεανογραφία.....	18
1.2.8.1 Φυτοπλαγκτόν.....	18
1.2.8.2 Ζωοπλαγκτόν.....	19
1.2.8.3 Ζωοβένθος.....	19
1.2.8.4 Ιχθυοπλαγκτό.....	19
1.2.9 Ρύπανση.....	20
1.3 Στόχοι παρούσας εργασίας.....	21

2 : Υλικά και μέθοδοι

2.1 Γενικά.....	22
2.2 Σταθμοί δειγματοληψιών	22
2.3 Φυσιοχημικές παράγοντες.....	23
2.3.1 Στοιχεία που καταγράφηκαν.....	24
2.3.2 Μέθοδοι μετρήσεων.....	24
2.4 Κοκκομετρική ανάλυση.....	25
2.5 Βενθική πανίδα.....	25

2.5.1 Σχεδιασμός δειγματοληψιών.....	25
2.5.2 Δειγματοληψία πανίδας.....	26
2.5.3 Στοιχεία που καταγράφηκαν.....	26
2.6 Στατιστική ανάλυση.....	27
2.7 Οικολογικοί δείκτες.....	28
 3 : Αποτελέσματα	
3.1 Γενικά.....	29
3.2 Φυτικοχημικές παράμετροι.....	29
3.3 Κοκκομετρική ανάλυση.....	30
3.4 Βενθική πανίδα.....	31
3.4.1 Αφθονία μεγαπανίδας.....	31
3.4.1.1 Μαραθιάς.....	36
3.4.1.2 Λεφοκάστρο.....	37
3.4.1.3 Άγρια.....	38
3.4.1.4 Αλυκές.....	39
3.4.1.5 Μιτζέλα.....	40
3.4.2 Στατιστική ανάλυση.....	41
3.4.3 Οικολογικοί δείκτες.....	42
3.4.4 Είδη.....	44
3.4.4.1 Γαστερόποδα.....	44
3.4.4.2 Δίθυρα.....	45
3.4.4.3 Καρκινοειδή.....	46
3.4.4.4 Πολύχαιτοι.....	47
 4: Συζήτηση.....	50
 5: Βιβλιογραφία.....	55
6:Abstract.....	61
7: Παράρτημα.....	63

1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Βενθικά οικοσυστήματα

Τα βενθικά οικοσυστήματα είναι ο τύπος οικοσυστημάτων που συναντάται σε όλες τις θάλασσες του κόσμου και καταλαμβάνουν το τμήμα του θαλάσσιου βυθού. Πρόκειται για τύπο οικοσυστημάτων με πολύ μεγάλο ενδιαφέρον τόσο από οικολογική όσο και από οικονομική άποψη. Οικολογική, γιατί εδώ συναντώνται πολλές από τις μορφές ζωής που υπάρχουν σήμερα στον πλανήτη Γη, αλλά ταυτόχρονα εδώ έζησαν και πολλές μορφές ζωής του παρελθόντος, που σήμερα συναντώνται μόνον ως απολιθώματα. Οικονομική, γιατί πολλοί από τους θαλάσσιους οργανισμούς με παγκόσμιο οικονομικό ενδιαφέρον (π.χ. σπόγγοι, κοράλλια, πολύχαιτοι, μαλάκια, καρκινοειδή, εχινόδερμα, ψάρια) εξαπλώνονται στα ενδιαιτήματα αυτά και σημαντικές οικονομικές δραστηριότητες του ανθρώπου (αλιεία) σχετίζονται με τους τρόπους και τις μεθόδους σύλληψης των οργανισμών αυτών. Παράλληλα τα ενδιαιτήματα όπου αναπτύσσονται τα οικοσυστήματα αυτά - και κυρίως αυτά που γειτνιάζουν με την παράκτια ζώνη - δέχονται την επίδραση ποικίλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων με αποτέλεσμα συχνά τα οικοσυστήματα να βρίσκονται σε καθεστώς μόνιμης ή πρόσκαιρης περιβαλλοντικής υποβάθμισης ή αλλιώς “περιβαλλοντικής πίεσης” γεγονός που έχει αρνητική αντανάκλαση στους πληθυσμούς των θαλάσσιων οργανισμών που εξαπλώνονται εδώ.

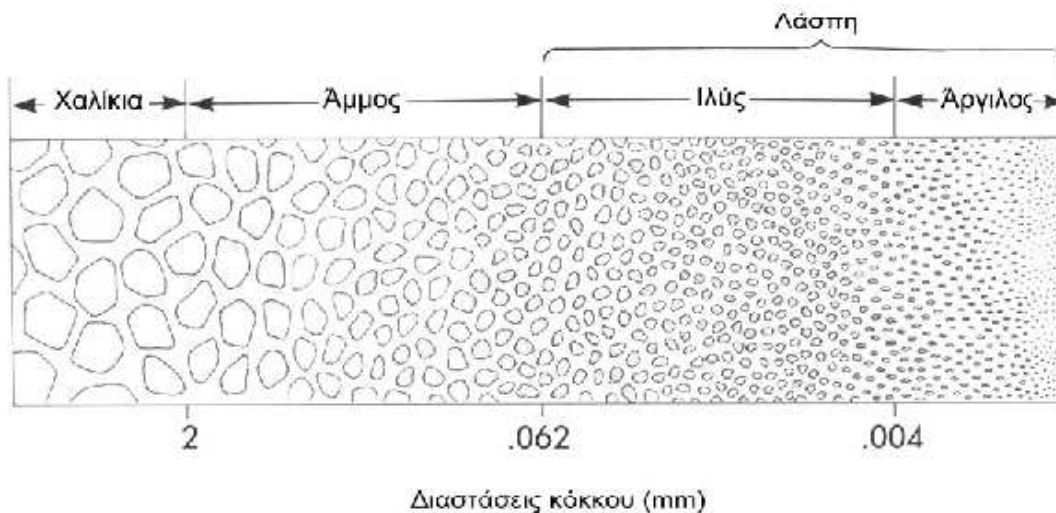
Η αναγκαιότητα αυτή καθίσταται περισσότερο σημαντική αν αναλογιστούμε ότι η Μεσόγειος θάλασσα αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες, από άποψη γεωμορφολογικής, υδρολογικής και βιολογικής ποικιλότητας, θάλασσες του κόσμου, ενώ τα βενθικά οικοσυστήματα καταλαμβάνουν ένα μεγάλο ποσοστό (Κουτσούμπας, 2003).

1.1.1 □ Τύποι υποστρώματος στη βενθική ενότητα

Το υπόστρωμα είναι ένας από τους καθοριστικούς αβιοτικούς οικολογικούς παράγοντες για το είδος της θαλάσσιας ζωής που απαντάται στη βενθική ενότητα σε μια θαλάσσια περιοχή. Υπάρχουν δύο βασικά είδη υποστρώματος: Α) Το σκληρό, που αποτελείται από πετρώματα όπως βράχια, κροκάλες, κ.λ.π (Lincoln et al., 1982). Σε μερικές περιπτώσεις το σκληρό υπόστρωμα δημιουργείται από ζώα ή φυτά που έχουν

την ικανότητα να συσσωρεύουν ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3), οπότε στη περίπτωση αυτή το υπόστρωμα καλείται βιογενές και αποτελεί ένα καλό παράδειγμα αλλαγής του περιβάλλοντος από τους ίδιους τους οργανισμούς. Β) Το κινητό (ή μαλακό), που αποτελείται από κόκκους και κυρίως είναι γνωστό, ανάλογα με την υφή του, με τους όρους : Άμμος - Ιλύς - Άργιλος, κ.λ.π (Castro & Huber, 1999).

Τα ιζήματα διακρίνονται ανάλογα με τα μεγέθη των κόκκων που τα απαρτίζουν (Εικόνα 1). Τα περισσότερα ιζήματα δεν αποτελούνται από μια μόνο κατηγορία αλλά από ένα ευρύ φάσμα μεγεθών κόκκων οπότε χαρακτηρίζονται είτε περιγραφικά, με βάση το επικρατές κλάσμα, είτε με βάση μαθηματικούς δείκτες όπως π.χ η μέση διάμετρος κόκκου ιζήματος. Η σύσταση του ιζήματος εξαρτάται από την κίνηση του νερού. Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του νερού τόσο ευκολότερα παρασύρονται τα μικρής διαμέτρου υλικά. Για τον λόγο αυτό σε εκτεθειμένες παραλίες συναντάται συνήθως άμμος, χαλίκια ή βότσαλα ενώ σε περισσότερο προστατευμένες περιοχές υπάρχουν αναμιγμένα, σε διάφορα ποσοστά, ιλύς και άργιλος. Σε βαθύτερα σημεία της βενθικής ενότητας, κάτω από την ζώνη επίδρασης του κυματισμού, αυξάνονται σημαντικά τα ποσοστά ιλύος και αργίλου εκτός από τις περιπτώσεις εκείνες όπου αναπτύσσονται ισχυρά θαλάσσια ρεύματα (Castro & Huber, 1999).



Εικόνα 1. Η διαβάθμιση των κόκκων του ιζήματος με βάση την κοκκομετρία τους (από Castro & Huber, 1992).

1.1.2 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΒΕΝΘΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

α. Υπερπαραλιακή ζώνη (*supralittoral zone*)

Είναι η οικολογική ζώνη της βενθικής ενότητας η οποία ορίζεται ως το τμήμα του θαλάσσιου βυθού που γειτνιάζει άμεσα με την ξηρά και σχεδόν ποτέ δεν καλύπτεται από νερό αλλά δέχεται μόνον τον ψεκασμό από την δράση των κυμάτων (Lincoln et al., 1982). Σε ορισμένες περιπτώσεις η ζώνη αυτή είναι δυνατόν να καταδύεται εξαιτίας έντονων καταιγίδων. Η ζώνη αυτή αποτελεί την μικρότερη σε έκταση οικολογική ζώνη της βενθικής ενότητας. Το ανώτερο όριο της ζώνης αυτής καθορίζεται ως το ανώτερο επίπεδο ψεκασμού ενώ το κατώτερο όριο της καθορίζεται ως το ανώτερο όριο της μεσοπαραλιακής ζώνης που είναι η επόμενη προς την μεριά της θάλασσας οικολογική ζώνη της βενθικής ενότητας. Το πλάτος της ζώνης αυτής είναι σε άμεση συνάρτηση με τον βαθμό έκθεσης μιας θαλάσσιας περιοχής (προφυλαγμένη ή εκτεθειμένη περιοχή) καθώς επίσης και με την κλίση της ακτής (Nybakken, 1997).

Η ζώνη αυτή επειδή βρίσκεται πάνω από το όριο επίδρασης της παλίρροιας, σε περιοχές όπου το ύψος της παλίρροιας είναι μεγάλο (π.χ. Ατλαντικός Ωκεανός) είναι γνωστή και ως Υπερπαλίρροιακή Ζώνη (*Supratidal Zone*). Πολύ λίγα είδη οργανισμών είναι προσαρμοσμένα για διαβίωση σε αυτό το μεταβατικό οικοσύστημα μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Ο λόγος για αυτό είναι οι διακυμάνσεις των κυρίαρχων αβιοτικών οικολογικών παραγόντων στη ζώνη αυτή (π.χ ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία, βαθμός υγρανσης).

β. Μεσοπαραλιακή ζώνη (*midlittoral zone*)

Είναι η οικολογική ζώνη της βενθικής ενότητας η οποία ορίζεται ως το τμήμα του βυθού που διαδοχικά καλύπτεται και αποκαλύπτεται από το νερό. Σε κανονικές συνθήκες η διαδοχική ανάδυση και κατάδυση της οικολογικής αυτής ζώνης αποδίδεται στο φαινόμενο της παλίρροιας και για αυτό τον λόγο η ζώνη αυτή είναι γνωστή και ως παλίρροιακή ζώνη (*intertidal zone*) (Castro & Huber, 1999). Το ύψος της παλίρροιας ορίζεται ως το διάστημα μεταξύ του κατώτερου και ανώτερου επιπέδου της στάθμης της θάλασσας και μπορεί να φτάνει μέχρι και 1,5 μέτρο. Σε ακτές με μικρό ύψος παλίρροιας (όπως είναι οι ακτές της Μεσογείου) το ανώτερο όριο της μεσοπαραλιακής

ζώνης αντιστοιχεί στο ανώτερο επίπεδο που φτάνει η θάλασσα με τον κυματισμό ή όταν η θάλασσα είναι ήρεμη στο επίπεδο της μέσης στάθμης του νερού. Το κατώτερο όριο της ζώνης αντιστοιχεί στο κανονικό επίπεδο ανάδυσης του υποστρώματος. Το πλάτος της ζώνης σε μια περιοχή είναι κυρίως συνάρτηση της κλίσης της ακτής .

Οι οργανισμοί που εξαπλώνονται στην οικολογική αυτή ζώνη και συγκροτούν τις αντίστοιχες κοινότητες είναι πολύ καλά προσαρμοσμένοι προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις διαφορετικές οικολογικές συνθήκες που επικρατούν στη διάρκεια της ανάδυσης (έλλειψη νερού, έκθεση στον αέρα, ηλιοφάνεια, κ.λ.π.) και αυτές που επικρατούν στη διάρκεια της κατάδυσης (κυματική δράση, θηρευτές, κ.λ.π.). Οι οργανισμοί αυτοί απαιτούν ή ανέχονται σχετικά μικρής χρονικής διάρκειας ανάδυση αλλά δεν μπορούν να ανεχτούν μόνιμη κατάδυση. Λόγω της γειννίας της οικολογικής αυτής ζώνης με την ξηρά και τις πηγές φερτών υλικών υπάρχει αυξημένη πρωτογενής παραγωγή που συνεπακόλουθα οδηγεί σε αυξημένους πληθυσμούς των λίγων καλά προσαρμοσμένων να ζουν σε αυτή ειδών θαλάσσιων οργανισμών. Από την άλλη μεριά καθώς το πλάτος της οικολογικής αυτής ζώνης - τουλάχιστον στις Μεσογειακές ακτές - δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο γίνεται αντιληπτό ότι επικρατεί έντονος ανταγωνισμός ανάμεσα στα μέλη των κοινοτήτων που εποικίζουν αυτό το τμήμα της βενθικής ενότητας για χώρο (Nybakken, 1997).

Η μεσοπαραλιακή ζώνη στην περιοχή του Αιγαίου, έχει μελετηθεί σποραδικά. Ορισμένες από τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί αφορούν την μακροπανίδα και είδη της οικογένειας *Patellidae* (Koukouras, 1984, Koukouras and Russo, 1990).

γ. Υποπαραλιακή ζώνη (*infralittoral zone*)

Είναι η οικολογική ζώνη της βενθικής ενότητας η οποία ορίζεται ως το τμήμα του βυθού που αρχίζει από το κατώτατο όριο της μεσοπαραλιακής ζώνης και εκτείνεται μέχρι το βάθος των 30 – 40 μέτρων που είναι και το κατώτερο όριο εμφάνισης των μαλακών φωτόφιλων μακροφυκών (σκληρό υπόστρωμα) ή των θαλάσσιων φανερογάμων (κινητό υπόστρωμα) (Lincoln et al., 1982). Η οικολογική αυτή ζώνη καλύπτεται συνεχώς από νερό και χαρακτηρίζεται από πλούσιους και ποικιλόμορφους βιοτόπους (π.χ. στα όρια της ζώνης αυτής αναπτύσσονται κατά κύριο λόγο εκτός από τους οργανισμούς που αναφέρθηκαν παραπάνω και οι κοραλλιογενείς σχηματισμοί).

Για τον λόγο αυτό η υποπααραλιακή ζώνη διαδραματίζει σημαντικότερο ρόλο στην πρωτογενή και δευτερογενή παραγωγή στα παγκόσμια θαλάσσια οικοσυστήματα. Εκτός από τα σημαντικά τροφικά αποθέματα στους οργανισμούς η ζώνη αυτή παρέχει επίσης τις προϋποθέσεις για τις αναπαραγωγικές και αναπτυξιακές τους διαδικασίες. Έτσι στα όρια της ζώνης αυτής περνούν ένα μέρος της ζωής τους πολλοί άλλοι θαλάσσιοι οργανισμοί που εξαπλώνονται σε βαθύτερα σημεία των ωκεανών για το μεγαλύτερο μέρος του κύκλου ζωής τους.

Σήμερα λόγω της αυξημένης πίεσης που δέχεται η υποπααραλιακή ζώνη, εξαιτίας της ρύπανσης ή της υπερεκμετάλλευσης των βιολογικών πόρων, οι κοινότητες που εξαπλώνονται στα όρια της σε ορισμένες τουλάχιστον περιοχές είναι έντονα υποβαθμισμένες. Καθώς για πολλούς λόγους η διατήρηση των φυσικών ενδιαιτημάτων και των κοινοτήτων που εξαπλώνονται στην υποπααραλιακή ζώνη θεωρούνται κρίσιμες για την φυσική ισορροπία των παγκόσμιων ωκεανών, καταβάλλονται προσπάθειες που στοχεύουν στην ορθολογική διαχείριση αυτού του τμήματος του παράκτιου βυθού (Κουτσούμπας, 2003).

Οι βιβλιογραφικές αναφορές για την υποπααραλιακή ζώνη σε όλη την έκταση του Αιγαίου πελάγους, αφορούν κυρίως τη μέτρηση των φυσικοχημικών παραγόντων (αλατότητα, θερμοκρασία) (Koukouras et al., 1984), την καταγραφή βενθικών οργανισμών (Ανθόζωα, Πολύχαιτους, Μαλάκια, Σπόγγοι κ.α) και την καταγραφή του φυτοβένθους (π.χ Φανερόγαμα) (Koutsoubas et al., 1992). Συμπεραίνεται, ότι είναι η θαλάσσια ζώνη που έχει μελετηθεί πιο διεξοδικά.

δ. Περιπααραλιακή ζώνη (circalittoral zone)

Είναι η οικολογική ζώνη της βενθικής ενότητας η οποία ορίζεται ως: το τμήμα του βυθού που αρχίζει από το κατώτατο όριο της υποπααραλιακής ζώνης (δηλαδή βάθος 30 – 40m) και εκτείνεται μέχρι το βάθος των 200 – 250 μέτρων που είναι και το κατώτερο όριο εμφάνισης των σκιοφίλων μακροφυκών (ασβεστοποιημένων Ερυθροφυκών και λίγων ειδών Χλωροφυκών) (Lincoln et al., 1982). Το τέλος της ζώνης καθορίζει και τα όρια της Ηπειρωτικής Υφαλοκρηπίδας στην Βενθική Ενότητα.

Η οικολογική αυτή ζώνη της βενθικής ενότητας χαρακτηρίζεται σε γενικές γραμμές από την μεγαλύτερη παρουσία - σε σχέση με την υποπααραλιακή ζώνη - ζωικών οργανισμών. Τα φύκη που συναντώνται εδώ είναι είτε φύκη με σχετικά μεγάλο ύψος (η

εμφάνιση τους σε μια περιοχή έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του φωτός στο υποκείμενο υπόστρωμα), είτε φύκη που σχηματίζουν ασβεστολιθικό φυκοτάπητα (καθώς πρόκειται κυρίως για ασβεστοφύκη). Όπως και σε άλλες οικολογικές ζώνες που προαναφέρθηκαν εμφανίζονται στα όρια της ζώνης δύο τύποι υποστρώματος.

Στο Αιγαίο Πέλαγος, η περιπαραλιακή ζώνη έχει μελετηθεί από πλευράς καταγραφής βενθικών οργανισμών και στοιχείων για την ρύπανση (Dounas & Koukouras, 1991).

ε. Βαθύαλη ζώνη (*bathyal zone*)

Είναι η οικολογική ζώνη της βενθικής ενότητας, η οποία αντιστοιχεί στην ηπειρωτική κατωφέρεια και εκτείνεται σε βάθη από τα 200-250 μέτρα έως τα 3000 μέτρα (Lincoln et al., 1982). Στην ζώνη αυτή δεν διανέμονται φυτικοί οργανισμοί. Στην Βαθύαλη ζώνη της Μεσογείου εξαπλώνονται δύο βιοκοινότητες μια στο σκληρό και μια στο κινητό υπόστρωμα αντίστοιχα.

Η βαθύαλη ζώνη είναι η λιγότερο μελετημένη και οι αναφορές σε αυτήν είναι σχετικές με την μακροβενθική πανίδα (Σπόγγοι, Πολύχαιτοι, Μαλάκια κ.α).

1.2 ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

1.2.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά

Ο νομός Μαγνησίας, βρίσκεται στο κέντρο της Ελλάδας και βρέχεται Ανατολικά από το Αιγαίο Πέλαγος. Το γεωφυσικό σχήμα του νόμου είναι τέτοιο ώστε διαμορφώνεται μια από τις μεγαλύτερες κλειστές θαλάσσιες λεκάνες της χώρας μας, ο Παγασητικός κόλπος. Επικοινωνεί με το Αιγαίο Πέλαγος μέσω του διαύλου του Τρίκερι, που βρίσκεται βόρεια της Εύβοιας, με εύρος 5,5 χιλιόμετρα και βάθος 80 μέτρα.

Παρατηρούμε δηλαδή ότι το άνοιγμα του φυσικού διαύλου είναι αρκετά βαθύ. Συνεπώς ο Παγασητικός κόλπος διαφοροποιείται (από πλευράς δυνατότητας ανανέωσης των νερών του) από άλλους Ελληνικούς κόλπους με στενές και ρηχές εισόδους (όπως ο Αμβρακικός κόλπος ή ο κόλπος της Ηγουμενίτσας).

Οι κυριότεροι ορεινοί όγκοι που περιβάλλουν τον Παγασητικό κόλπο είναι :

A) το Πήλιο και οι νότιες προεκτάσεις του Μαυροβουνίου, στο ανατολικό μέρος του νομού και στη χερσόνησο του Πηλίου.

B) Το βόρειο τμήμα της Όθρυς.

Γ) Το Χαλμοδόνιο όρος στην περιοχή του Βελεστίνου.

Δ) Το Χλωμό όρος στην περιοχή, νότια της Ευξεινούπολης.

Τα υδάτινα ρεύματα: Στο νομό δεν υπάρχουν σημαντικοί υδάτινοι αποδέκτες. Μοναδικός αποδέκτης συνεχούς ροής είναι το τεχνητό κανάλι της Κάρλας που εκβάλλει στο λιμάνι του Βόλου.

Τα ρέματα-χείμαρροι: Ορισμένα από τα ρέματα και τους χείμαρρους είναι τα παρακάτω: Άναυρος (Βόλος), Κραυσίδωνας (Ν.Ιωνία Βόλου), Ξηριάς Βόλου, Σεσκουλιώτης (Σέσκλο), Λυγαρόρεμα (Σέσκλο), Λαχανόρεμα (Μικροθήβες), Ρέμα Καλιακούδας, Βαθύρεμα, Σπαρτιάς, Καζάνι (Ν.Αγχίαλος), Μέγα Ρέμα (Μακρινίτσα-Πορταριά), Ρέμα Βρύχωνος (Δράκεια), Ρέμα Κισσώτικο (Κισσός), Πλατανόρεμα (Κορόπη) κ.α (Χατζής, 1989).

Οι οικισμοί είναι οι εξής: Η μεγαλύτερη πόλη και πρωτεύουσα του Νομού Μαγνησίας είναι ο Βόλος. Μετά το Βόλο, μεγαλύτερος δήμος είναι ο Δήμος Νέας Ιωνίας. Αμέσως μετά έχουμε τις περιοχές : Νέα Αγχίαλος, Νέαι Παγασαί, Διμήνι, Σέσκλο, Μελισσάτικα, Μακρινίτσα, Πορταριά, Ανακασιά, Άλλη Μεριά, Κατηχώρι, Δράκεια, Άγιος Βλάσσιος, Αγριά, Άνω Λεχώνια, Καλά Νερά, Άφυσος, Άγιος Λαυρέντιος, Ζαγορά, Μούρεσι, Τσαγκαράδα.

1.2.2 Βιβλιογραφική έρευνα

Η πρώτη βιβλιογραφική αναφορά για τον Παγασητικό κόλπο έγινε το 1935, και καταγράφεται στα πρακτικά του πανεπιστήμιου Αθηνών, από τον Diannelidis Th. στη γαλλική γλώσσα. Ο τίτλος της, είναι για τα θαλάσσια φύκη του Παγασητικού κόλπου.

Η πιο συστηματική καταγραφή και έρευνα του Παγασητικού κόλπου αναλαμβάνεται από το εθνικό κέντρο θαλάσσιων ερευνών. Οι έρευνες ξεκινούν το 1975 και συνεχίζονται σποραδικά μέχρι και σήμερα. Οι περισσότερες έρευνες έγιναν κατά τα έτη 1975-1977. Ο σκοπός των ερευνών ήταν η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για τη μελέτη του τελικού αποδεκτή των αστικών λυμάτων και βιομηχανικών απόβλητων, ενόψει της σχεδίασης και κατασκευής αποχετευτικού συστήματος της περιοχής Βόλου και των αναπτυσσόμενων βιομηχανικών μονάδων στη μείζονα

περιοχή. Κατά τις έρευνες μελετήθηκαν η θερμοκρασία, η αλατότητα, η διαφάνεια, τα θρεπτικά άλατα, το διαλυμένο οξυγόνο, η επιφανειακή χλωροφύλλη, τα βαρέα μέταλλα σε ιζήματα και διάφοροι βιολογικοί παράμετροι (βένθος, φυτοπλαγκτό, ζωοπλαγκτό). Επίσης μελετήθηκε η κυκλοφορία του κόλπου με ρευματομετρήσεις είτε με χρήση μόνιμων ρευματογράφων, είτε με χρήση εξαρτημένων υδραετών και με ρευματομέτρα άμεσης αναγνώρισης. Επίσης πραγματοποιήθηκαν ωκεανογραφικά ταξίδια κατά τον Αύγουστο του 1983.

Το πρόγραμμα ερευνών συνεχίστηκε από το 1986 μέχρι το 1989 με σκοπό την παρακολούθηση του βαθμού ρύπανσης του Παγασητικού κόλπου (Φριλίγκος, 1990).



Εικόνα 2. Ο Παγασητικός κόλπος και η ευρύτερη περιοχή μελέτης.

1.2.3 Φυσιογνωμία Παγασητικού κόλπου

Ο Παγασητικός κόλπος χαρακτηρίζεται σχετικά αβαθής και ημίκλειστος κόλπος, με επιφάνεια 520 Km² και μέσο όγκο 36 Km³ ενώ εμφανίζει το μέγιστο βάθος στα 102 μέτρα. Η ακτογραμμή του παρουσιάζει πολλές εγκολπώσεις, οι μεγαλύτερες από τις οποίες σχηματίζουν τους όρμους του Βόλου και του Αλμυρού. Στο δυτικό και βόρειο τμήμα του Παγασητικού εκβάλλουν μικρά ποτάμια και χείμαρροι, τα οποία

εξομαλύνουν το ανάγλυφο της ξηράς. Γεωμορφολογικά, το μέγιστο βάθος του, παρατηρείται στον ανατολικό κόλπο, σε μια περιοχή σχήματος λεκάνης με έντονο ανάγλυφο. Στο δυτικό και βόρειο τμήμα, ο πυθμένας παρουσιάζει ομαλή κλίση, ενώ στην ανατολική ακτή του το ανάγλυφο εμφανίζεται απότομο (Ψόχιου, 2003). Η σχέση διαστρωμάτωσης βάθους-έκτασης είναι : από 0 έως 50 μέτρα βάθος, 197,8 Km² έκταση ζώνης και από 50 έως 100 μέτρα βάθος 474,8 Km² έκταση ζώνης (Οικονόμου, 2006). Ο κόλπος χωρίζεται στην ανατολική λεκάνη που έχει βάθος μεγαλύτερο από 80 μέτρα και στη δυτική λεκάνη που έχει βάθος μικρότερο από 80 μέτρα (Perissoratis et al., 1998) από Στεργίου (1991). Το πλάτος του διαύλου είναι 6,37 Km. Η πόλη του Βόλου απέχει από την είσοδο του κόλπου 36 Km, ενώ το μεγαλύτερο άνοιγμα του είναι 36,7 Km περίπου.

1.2.4 Υδρογραφικά στοιχεία

Το υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής δεν εμφανίζεται καλά ανεπτυγμένο εξαιτίας της έντονης παρουσίας των ορεινών όγκων και των αντίστοιχων μεγάλων κλίσεων (Χατζής, 1989).

1.2.4.1 Ποιότητα επιφανειακών νερών

Σε όλο το νομό υπάρχουν πολλοί χείμαρροι και ρέματα, η ροή των οποίων εξαρτάται από τις ετήσιες βροχοπτώσεις χωρίς να μπορεί να καθοριστεί η παροχή και ο χρόνος απορροής τους. Στη συνέχεια οι χείμαρροι και τα ρέματα διέρχονται από κατοικημένες περιοχές αντιμετωπίζονται ως αποδέκτες λυμάτων και αποβλήτων. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στη τεχνητή σήραγγα αποστράγγισης της πρώην λίμνης Κάρλας που, αν και δεν αποτελεί φυσικό ποτάμι, η μεγάλη του παροχή και η διέλευση του μέσα από γεωργικές εκτάσεις και τη βιομηχανική ζώνη, το καθιστούν αποδέκτη σημαντικών ρυπαντικών φορτίων αστικών και βιομηχανικών (Χατζής, 1989).

1.2.4.2 Περιοχές που δέχονται φορτίο ρύπανσης (αστικό και βιομηχανικό)

- Ρέμα Άναυρος (Βόλος)
- Ρέμα Κραυσίδωνας (Βόλος)
- Ρέμα Ξηριάς (Βόλος)
- Κανάλι Κάρλας (Τεχνητή σήραγγα αποστράγγισης)

- Πηγή Μπουρμπουλήθρας (Πεδίο Άρεως, Βόλος)
- Ρέμα Σεσκουλιώτης (Α΄ ΒΙ.ΠΕ)
- Ξηρόρεμα (Φυτόκο)

1.2.5 Κλιματολογικά χαρακτηριστικά

Το κλίμα που περιβάλλει των Παγασητικό κόλπο, χαρακτηρίζεται ως εύκρατο με μεγάλη ημερήσια και ετήσια θερμομετρικά εύρη, θερμό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο, βροχερό χειμώνα (Ψόχιου, 2003).

Σύμφωνα με μετρήσεις 32 ετών (1956-1988), στην περιοχή του θαλάσσιου κόλπου, η ετήσια υγρασία είναι 67,2%. Ο ολικός ετήσιος αριθμός ημερών βροχής ανέρχεται στις 89,2 ημέρες και ο ετήσιος αριθμός καταιγίδας στις 12,4 ημέρες που είναι ιδιαίτερα συχνές στα τέλη της άνοιξης και του καλοκαιριού. Η μέση τιμή ετήσιας βροχόπτωσης είναι 420mm με μέγιστο τον μήνα Νοέμβριο (54 mm) και ελάχιστο τον Αύγουστο (11mm) (Ψόχιου, 2003).

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι 16,5 βαθμούς Κελσίου με μέγιστη τιμή τον μήνα Ιούλιο και ελάχιστη τιμή τον μήνα Ιανουάριο.

Στην ευρύτερη περιοχή του κόλπου, επικρατούν άνεμοι μικρής έντασης, 1 έως 4 Beauford. Συχνότερα επικρατούν άνεμοι βόρειας διεύθυνσης σε ποσοστό 32,66% και οι νότιοι άνεμοι σε ποσοστό 19,37%. Άπνοια επικρατεί σε ποσοστό 24,18% (Θεοδώρου και συν.,1997). Σποραδικά, οι άνεμοι μπορεί να αγγίζουν τα 9 έως 10 Beauford (Ψόχιου, 2003).

1.2.6 Φυσική ωκεανογραφία

Τα ρεύματα στον Παγασητικό κόλπο έχουν ταχύτητες μικρότερες από 40cm/sec και είναι κυρίως ανεμογενούς προέλευσης, ενώ τα παλιρροιακά ρεύματα είναι πολύ ασθενή (Μπαλόπουλος και συν., 1987, Λασκαράτος και Θεοχάρης, 1984). Τα επιφανειακά ρεύματα είναι ισχυρότερα στο ανατολικό σε σχέση με το δυτικό τμήμα του στομίου του κόλπου (μέση ταχύτητα 10 και 6 cm/sec αντίστοιχα). Η μέση ταχύτητα των ρευμάτων στο στρώμα του πυθμένα είναι μικρότερη από αυτή στην επιφάνεια (6cm/sec και 5cm/sec ανατολικά και δυτικά του στομίου αντίστοιχα). Η ανανέωση των νερών του πυθμένα επιτυγχάνεται με την είσοδο των νερών απ το Αιγαίο κατά μήκος των ανατολικών ακτών του στομίου του κόλπου ενώ η έξοδος νερών προς το Αιγαίο

παρατηρείται στο δυτικό τμήμα της εισόδου. Στα επιφανειακά στρώματα η κυκλοφορία του νερού έχει αντίθετη κατεύθυνση (Μπαλόπουλος και συν., 1987, Λασκαράτος και Θεοχάρης, 1984).

Στην επιφάνεια, η θερμοκρασία και η αλατότητα κυμαίνονται από 12 ως 25,5 βαθμούς Κελσίου και από 36 ως 38 ‰ αντίστοιχα ενώ σε βάθη μεγαλύτερα από 50 μέτρα, από 13 ως 15 βαθμούς Κελσίου και από 38 ως 38,5 ‰ αντίστοιχα σε βάθη μεγαλύτερα από 50 μέτρα (Gabrielides & Theocharis, 1978).

Οι υψηλότερες τιμές της αλατότητας σημειώνονται στην ανατολική περιοχή του Παγασητικού, ιδιαίτερα το χειμώνα ενώ χαμηλότερες αλατότητες καταγράφονται στην δυτική περιοχή του Παγασητικού, ιδιαίτερα το χειμώνα, λόγω των εισροών γλυκών νερών από την περιοχή του Αλμυρού και της Σούρπης κατά την βροχερή περίοδο (Ψόχιου, 2003).

1.2.7 Χημική ωκεανογραφία

Ο Παγασητικός παρέχει διπλάσια ποσότητα ανόργανου αζώτου και τριπλάσια ποσότητα πυριτικών αλάτων από ότι τα νερά του Αιγαίου. Κατά την χρονική περίοδο του 1975-1976, η κατανομή των φωσφορικών, των νιτρικών και της αμμωνίας στον Παγασητικό ήταν ομοιόμορφη, σε αντίθεση με αυτή των νιτρικών και των πυριτικών, που ήταν αυξημένα το χειμώνα (Gabrielides & Theocharis, 1978). Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στην έξοδο του κόλπου, όπου πραγματοποιείται η ανανέωση των νερών του Παγασητικού. Γενικά, οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων είναι μεγαλύτερες στο λιμάνι του Βόλου σε σχέση με τον υπόλοιπο κόλπο (Φριλίγκος & Γκότσης, 1989) από Στεργίου (1991) και στη ζώνη βάθους 50 ως 100 μέτρα σε σχέση με τη ζώνη 0 ως 50 μέτρα (Φριλίγκος, 1987).

1.2.8 Βιολογική ωκεανογραφία

1.2.8.1 Φυτοπλαγκτόν

Το φυτοπλαγκτόν του Παγασητικού κόλπου έχει μελετηθεί από τους Friligos & Gotsis-Skretas (1989), σύμφωνα με τους οποίους παρουσιάζει μέγιστα αφθονίας την άνοιξη και το φθινόπωρο. Τα διάτομα κυριαρχούν την άνοιξη και τα δινωμαστιγωτά το καλοκαίρι. Χαρακτηριστική είναι η επικράτηση του φύκου *Cryptomonas* σε όλο τον κόλπο και όλες τις εποχές (Στεργίου, 1991).

1.2.8.2 Ζωοπλαγκτόν

Το ζωοπλαγκτόν το Παγασητικού κόλπου έχει μελετηθεί από τους Yanopoulos & Barrois (1975) και Σιώκου-Φράνγκου (1990), η αφθονία του ζωοπλαγκτού παρουσιάζει δυο μέγιστα, ένα το Μάιο, που χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία των κωπήποδων (44,6% ως 95,7% κυρίως *Acartia clausi*, *Centropages typicus*, *Clausocalanus* sp., *Paracalanus parvus*) και ένα τον Αύγουστο που χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία των κλαδοκεραιωτών (κυρίως *Penilia avirostris* που αντιπροσωπεύει το 60,8% ως 85,7% της συνολικής αφθονίας). Η αφθονία των χαιτόγναθων ήταν μεγαλύτερη τους χειμερινούς μήνες (7,2% ως 10,5%). Στο λιμάνι του Βόλου βρέθηκαν σε μεγάλη αφθονία είδη ανθεκτικά στη ρύπανση όπως π.χ *Acartia clausi*. Τέλος στην είσοδο του κόλπου παρατηρήθηκαν είδη που συναντώνται στο Αιγαίο γεγονός που επιβεβαιώνει την επικοινωνία του κόλπου με το ανοικτό πέλαγος (Σιώκου-Φράνγκου, 1990).

1.2.8.3 Ζωοβένθος

Στον Παγασητικό κόλπο, κυριαρχούν αριθμητικά οι πολύχαιτοι (56%) και ακολουθούν τα καρκινοειδή (16%), τα μαλάκια (14%) και τα εχινοδέρματα (6%) (Μπόγδανος και Σατςμαντζής, 1983). Η ποσοτική και ποιοτική σύνθεση του ζωοβένθους μαλακού υποστρώματος στον διάυλο των Ωρεών είναι παρόμοια με αυτή του Παγασητικού (Μπόγδανος, 1980).

Από την οικολογική ανάλυση του ζωοβένθους, προκύπτει ότι η κατάσταση στον Κόλπο είναι σταθερή – ιδιαίτερα μετά την λειτουργία του νέου αποχετευτικού αγωγού λυμάτων, στη θέση Αγκίστρι. (Theodorou, 1995, Θεοδώρου και συν., 1997)

1.2.8.4 Ιχθυοπλαγκτό

Οι μόνες πληροφορίες για το ιχθυοπλαγκτό αφορούν την αναγνώριση 28 προνυμφών (συμπεριλαμβανομένης της κορδέλας) στο βόρειο τμήμα του Β. Ευβοϊκού και στον Παγασητικό κόλπο (Yanopoulos & Barrois, 1975).

1.2.9 Ρύπανση

Ο κόλπος είναι αποδέκτης των αστικών λυμάτων (πληθυσμός 120.000 κάτοικοι) (Ψόχιου, 2003) και των βιομηχανικών αποβλήτων της πόλης του Βόλου, της παρακείμενης ανεπτυγμένης βιομηχανικής ζώνης. Όσον αφορά τη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr, Ni, Co, Cd) στα ιζήματα, με εξαίρεση το λιμάνι του Βόλου, δεν υπάρχουν ενδείξεις επιβάρυνσης του Παγασητικού ώστε να χαρακτηρίζεται ως ρυπασμένος (Anagnostou et al., 1998).

Οι πηγές ρύπανσης του Παγασητικού είναι συνοπτικά οι εξής:

- A) Αστικά λύματα
- B) Βιομηχανικά απόβλητα
- Γ) Γεωργικά φάρμακα-λιπάσματα
- Δ) Απόβλητα από την διακίνηση των πλοίων στον κόλπο

Ο Παγασητικός αποτελεί τον αποδέκτη αστικών λυμάτων, βιομηχανικών και γεωργικών αποβλήτων (ελαιοτριβεία, φυτοφάρμακα, λιπάσματα και ζωικά απόβλητα) από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην ευρύτερη περιοχή (Κολιού – Μήτσιου, 1991). Από τις αρχές της δεκαετίας του '60, με την εξάπλωση του αστικού συγκροτήματος του Βόλου, την επέκταση της βιομηχανοποίησης της περιοχής και την εντατικοποίηση της γεωργίας στον Θεσσαλικό κάμπο, ο κόλπος άρχισε να δέχεται σημαντικές ποσότητες των παραπάνω ρυπαντών. Μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων – πλούσιων σε φώσφορο, άζωτο και θείο – χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο στις εκτάσεις περιμετρικά του κόλπου, λόγω της εντατικής καλλιέργειας δημητριακών και βάμβακος κυρίως (Ψόχιου, 2003).

Ο βιολογικός καθαρισμός λυμάτων τέθηκε σε λειτουργία το 1987 και μέχρι το 1998, ολοκληρώθηκε η σύνδεση των δύο βιομηχανικών περιοχών, έτσι ώστε σήμερα όλα τα λύματα και τα βιομηχανικά απόβλητα της μείζονος περιοχής του Βόλου να υφίστανται βιολογική επεξεργασία με ταυτόχρονη αφαίρεση αζώτου, πριν καταλήξουν στον κόλπο (Ψόχιου, 2003).

Η αποξήρανση της λίμνης Κάρλας και η σύνδεση της με τον κόλπο μέσω μιας σήραγγας, η οποία από το 1998 λειτουργεί περιοδικά μόνο τους υγρούς μήνες του έτους, έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά σημαντικών ρυπαντικών φορτίων από τον Θεσσαλικό κάμπο σε αυτόν. Ο χείμαρρος του Ξηριά, που δέχεται τις εισροές των νερών

από τη σήραγγα, επιβαρύνει το θαλάσσιο περιβάλλον με υψηλές συγκεντρώσεις βρωμιούχων και ιόντων φθορίου, όπως επίσης και νιτρικά (Μήτσιος και συν., 2000).

1.3 Στόχοι παρούσας εργασίας

Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η συλλογή, η καταγραφή, η αναγνώριση και η επεξεργασία των δεδομένων που προκύπτουν για τα είδη του ζωοβένθους της υποπαρالياκής ζώνης του μαλακού υποστρώματος στον Παγασητικό κόλπο, καθώς και η καταγραφή των αβιοτικών παραμέτρων των θαλάσσιων περιοχών δειγματοληψίας.

Η παρουσία των ζωοβενθικών οργανισμών, η αφθονία, η οργάνωση τους και η διαβίωση τους επηρεάζεται άμεσα από τους αβιοτικούς παράγοντες, φως, θερμοκρασία, pH, αλατότητα, ίζημα αλλά και από ανθρωπογενείς παράγοντες όπως τουρισμός, γεωργία, αλιεία, βιομηχανία κ.α που έχουν ως τελικό αποδέκτη, πάντα κάποια θαλάσσια λεκάνη.

Στην προκειμένη περίπτωση, ο Παγασητικός κόλπος, διαθέτει ένα πλούσιο θαλάσσιο κόσμο τόσο από πλευρά πανίδας όσο και χλωρίδας. Η συγκεκριμένη μελέτη εστιάζεται σε ένα μέρος του ζωοβενθικού πλούτου του κόλπου. Έγινε μια συλλογή δειγμάτων σε διάφορες θαλάσσιες περιοχές κατά μήκος του θαλάσσιου κόλπου έτσι ώστε να σχηματίσουμε όσο το δυνατό μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την βενθική πανίδα.

Πιο συγκεκριμένα έγινε μια προσπάθεια εκτίμησης των εξής παραμέτρων:

- Καταγραφή των περιβαλλοντικών παραμέτρων κάτω από τις οποίες συγκροτούνται οι ομάδες των οργανισμών του ζωοβένθους.
- Καταγραφή της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης των συνευρέσεων της βενθικής πανίδας.
- Ανάλυση οικολογικών δεικτών.
- Σύγκριση μεταξύ των περιοχών μελέτης.

2 : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Γενικά

Στα πλαίσια της οικολογικής διερεύνησης των θαλάσσιων βενθικών οικοσυστημάτων γίνεται καταγραφή των αβιοτικών παραμέτρων της θαλάσσιας υδάτινης στήλης στην επιφάνεια της, καθώς οι παράμετροι αυτοί καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τα φαινόμενα της ζωής (αναπαραγωγή, μετακινήσεις, μεταβολισμός, κ.λ.π.) στους βενθικούς οργανισμούς, είτε περισσότερο άμεσα, είτε περισσότερο έμμεσα, μέσω των διαδικασιών της βενθο-πελαγικής διασύνδεσης (Κουτσούμπας, 2003).

Η επιλογή της μελέτης του ζωοβένθους στο μαλακό υπόστρωμα έγινε διότι αυτοί οι οργανισμοί, λόγω της άμεσης και μόνιμης επαφής τους με το υπόστρωμα, αποτυπώνουν με ακρίβεια τυχόν περιβαλλοντικές μεταβολές, ιδιαίτερα όταν τα αίτια τους χαρακτηρίζονται από μια σταθερότητα στο χώρο και στο χρόνο. Για αυτό το λόγο η εκτίμηση της ποσοτικής και ποιοτικής σύνθεσης των βενθικών κοινωνιών συντελεί στον εντοπισμό και την εκτίμηση πιθανών ανθρωπογενών ή και φυσικών διαταράξεων, σε ένα παράκτιο θαλάσσια σύστημα (Ψόχιου, 2003).

2.2 Σταθμοί δειγματοληψιών

Οι δειγματοληψίες και η μέτρηση των φυσικοχημικών παραμέτρων για τη διεξαγωγή της εργασίας πραγματοποιήθηκαν σε πέντε διαφορετικές θαλάσσιες περιοχές κατά μήκος του Παγασητικού κόλπου. Η παραπάνω διαδικασία έγινε εφάπαξ (επίσκεψη στη κάθε περιοχή από μία φορά) κατά την θερινή περίοδο και συγκεκριμένα στο χρονικό διάστημα από 17/05/2006 έως 1/08/2006. Η επίσκεψη στις περιοχές έγινε κατά τις πρωινές ώρες έτσι ώστε το βένθος να υφίσταται τη λιγότερη δυνατή όχληση και συγκεκριμένα κατά τις ώρες 9:30 με 10:30 π.μ ενώ η διάρκεια παραμονής σε κάθε περιοχή ήταν περίπου μια ώρα.

Οι πέντε περιοχές που επιλέχθηκαν είναι : ο Μαραθιάς, το Λεφόκαστρο η Αγριά, οι Αλυκές Βόλου και η Μιτζέλα (Αμαλιάπολη). Αν θεωρήσουμε το Βόλο ως σημείο αναφοράς, τότε οι Αλυκές και η Μιτζέλα ανήκουν στη δυτική πλευρά του Παγασητικού ενώ οι περιοχές Αγριά, Λεφόκαστρο και Μαραθιάς ανήκουν στην ανατολική πλευρά του Παγασητικού (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Σταθμοί δειγματοληψιών. Απο ανατολικά προς δυτικά σημειώνονται οι περιοχές Μαραθιάς (Μ), Λεφόκαστρο (Λ), Αγριά (Α), Αλυκές (ΑΛ) και Μιτζέλα (ΜΙ).

Πιο αναλυτικά για την κάθε περιοχή ισχύει ότι:

Ο Μαραθιάς απέχει από το Βόλο περίπου 60 Km με ελάχιστη τουριστική κίνηση το καλοκαίρι και μηδαμινή σχεδόν κατοίκηση το χειμώνα. Βρίσκεται πολύ κοντά σε ένα απο τα αλιευτικά πεδία του Παγασητικού, τη Μηλίνα, με έντονη αλιευτική δραστηριότητα. Στη θαλάσσια περιοχή της Μηλίνας, αποχετεύονται τα λύματα, με αγωγούς, δυο ελαιοτριβείων.

Το Λεφόκαστρο, απέχει από το Βόλο 43 Km, έχει περιορισμένη τουριστική κίνηση το καλοκαίρι ενώ το χειμώνα δεν κατοικείται. Η Άφυσσος που βρίσκεται δίπλα στο Λεφόκαστρο, αποχετεύει στην θάλασσα, λύματα από τα δυο ελαιοτριβεία της περιοχής.

Η Αγριά απέχει από το Βόλο 7,4 Km και είναι ουσιαστικά μια προέκταση του αστικού κέντρου του Βόλου με μόνιμους κάτοικους χειμώνα –καλοκαίρι. Στη περιοχή της, εδρεύει το εργοστάσιο αναψυκτικών ΕΨΑ το οποίο διαθέτει σταθμό επεξεργασίας λυμάτων και ένα ελαιοτριβείο ενώ στην παρακείμενη περιοχή, τα Αστέρια Αγριάς, βρίσκεται το εργοστάσιο τσιμέντων ΑΓΕΤ-Ηρακλής.

Οι Αλυκές απέχουν από το αστικό κέντρο του Βόλου 3Km και είναι περιοχή με ανεπτυγμένη τουριστική κίνηση το καλοκαίρι και οικιστική ανάπτυξη. Στη θαλάσσια

περιοχή της, στο ακρωτήρι Αγκίστρι, εκβάλλουν τα επεξεργασμένα λύματα του πολεοδομικού συγκροτήματος του Βόλου.

Η Μιτζέλα απέχει από το Βόλο 57 Km και παρουσιάζει έντονη τουριστική κίνηση το καλοκαίρι, ενώ αποτελεί και ένα από τα αλιευτικά πεδία του Παγασητικού. Έχει μόνιμους κατοίκους.

2.3 Α. Φυσικοχημικές παράμετροι

2.3.1 Στοιχεία που καταγράφηκαν

Η καταγραφή των τιμών των φυσικοχημικών οικολογικών παραμέτρων πραγματοποιήθηκαν εφάπαξ.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή των τιμών των κυριότερων φυσικοχημικών παραμέτρων είναι ο εξής : Θερμόμετρο για την καταγραφή των τιμών της θερμοκρασίας (WTW 330), pHμετρο για την μέτρηση των τιμών του ηλεκτρarνητικού δυναμικού οξειδοαναγωγής (WTW, pH 330), αγωγιμόμετρο για τη μέτρηση της αλατότητας (WTW, LF 330) και οξυγονόμετρο για την μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου στο θαλασσινό νερό (WTW, Oxi 330) (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Φορητά όργανα μετρήσεων των φυσικοχημικών παραμέτρων. Από τα αριστερά προς τα δεξιά φαίνονται το pHμετρο, το αλατόμετρο και το οξυγονόμετρο.

2.3.2 Μέθοδος μετρήσεων

Σε τρία σημεία κατά μήκος της θαλάσσιας περιοχής που περικλείεται από την αντίστοιχη ακτή (αριστερή πλευρά, κέντρο, δεξιά πλευρά) και σε βάθος 55-65 εκατοστά, στην ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη, μετρήθηκαν οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων. Από κάθε όργανο μέτρησης εμβαπτίστηκε ο πομπός απ' ευθείας στο θαλασσινό νερό περιμένοντας, μέχρι να σταθεροποιηθεί η ένδειξη της τιμής.

2.4 Β. Κοκκομετρική ανάλυση

Το μέγεθος των κόκκων διαχωρίστηκε σε τρεις κλάσεις μεγέθους : άμμος (2-0,02 mm), ιλύς (0,02-0,002mm) και άργιλος (<0,002 mm). Η πορεία του προσδιορισμού της αναλογίας με την οποία η κάθε κλάση μεγέθους συμμετέχει στη συνολική σύσταση του υπό μελέτη δείγματος καλείται Particle size analysis (Gee and Bauder, 1986) και συνοπτικά τα βήματα που ακολουθούνται για την ολοκλήρωση του είναι τα εξής :

- Στέγνωμα ιζήματος
- Ζύγισμα ιζήματος
- Κοσκίνισμα σε κόσκινο με άνοιγμα 2mm (συγκρατώνται οι κόκκοι με μέγεθος >2 mm)
- Κοσκίνισμα του ιζήματος που απομένει, διαδοχικά, με κόσκινα ανοίγματος 1mm, 0,5mm, 0,25 mm.
- Το υπόλοιπο ίζημα που οι διαστάσεις των κόκκων του είναι <0,25mm αφού στεγνώσει στους 105 βαθμούς Κελσίου και ζυγιστεί, τοποθετείται σε κύλινδρο 500 ml με απεσταγμένο νερό.
- Τα βαρύτερα ιζήματα καθιζάνουν ταχύτερα.
- Κάθε 30 sec λαμβάνεται το ίζημα που έχει συγκεντρωθεί στη βάση του κυλίνδρου και αφού στεγνώσει, ζυγίζεται.
- Γίνεται προσδιορισμός της επί τοις εκατό (%) συγκέντρωσης του ιζήματος, για κάθε κλάση μεγέθους.

2.5 Γ. Βενθική πανίδα

2.5.1 Σχεδιασμός δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία της πανίδας πραγματοποιήθηκε σε πέντε σημεία κατά μήκος της θαλάσσιας περιοχής και σε βάθος μισό μέτρο (0,5 m) στην ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του κυλίνδρου Corer (Εικόνα 5). Η δειγματοληψία στόχευσε στη συλλογή της μεγαπανίδας της βενθικής ποικιλότητας. Δηλαδή για βενθικούς οργανισμούς που το μέγεθος τους είναι μεγαλύτερο από 0,5 mm (>0,5 mm).



Εικόνα 5. Ο κύλινδρος Corer.

2.5.2 Δειγματοληψία πανίδας

Η ελάχιστη δειγματοληπτική επιφάνεια που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή του δείγματος ήταν αυτή του κυλίνδρου Corer, με διάμετρο 15 εκατοστά. Ο κύλινδρος τοποθετήθηκε στο μαλακό υπόστρωμα μέχρι 10 εκατοστά μέσα στο ίζημα. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε το δίχτυ, με διάμετρο πόρων 0,5 χιλιοστό, στην ελεύθερη επιφάνεια του κυλίνδρου και αναποδογυρίστηκε ρίχνοντας το ίζημα στο δίχτυ. Εν συνεχεία το δείγμα μεταφέρθηκε σε κατάλληλα πλαστικά δοχεία μέσα σε διάλυμα φορμόλης 10% (Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Δείγματα διατηρημένα στη φορμόλη.

2.5.3 Στοιχεία που καταγράφηκαν

Στο εργαστήριο τα δείγματα κοσκινίστηκαν σε κόσκινο του 0,5 mm, αφήνοντας το άφθονο νερό της βρύσης να τα ξεπλύνει και ότι απέμεινε ήταν το ίζημα που εξετάστηκε. Με την βοήθεια του στερεοσκοπίου (Εικόνα 7) έγινε ο διαχωρισμός των οργανισμών σε πέντε μεγάλες κατηγορίες για την κάθε περιοχή: γαστερόποδα, δίθυρα,

καρκινοειδή, πολύχαιτοι και διάφορα. Έγινε διαλογή των οργανισμών και ακολούθησε η αναγνώριση των οργανισμών μέχρι το επίπεδο του είδους. Η αναγνώριση έγινε με την βοήθεια στερεοσκοπίου OLYMPUS G10X, εξιδεικευμένων ταξινομικών κλειδών (Campbell, 1976, Day, 1967, Fauchald, 1977, Fauvel, 1923,1927, Hayward et al., 1996, Giulia and Gargiullo, 1978, Zenetos, 1996) και ηλεκτρονικών διευθύνσεων (<http://www.marbef.org>, <http://www.macrozoobenthos.de>).



Εικόνα 7. Στερεοσκόπιο και εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την αναγνώριση των ειδών.

2.6 Στατιστική ανάλυση

Για την καταχώρηση, την επεξεργασία και την απεικόνιση των μετρήσεων των φυσικοχημικών παραμέτρων του θαλασσινού νερού που καταγράφηκαν, χρησιμοποιήθηκε η λογισμική εφαρμογή *Microsoft Excel*.

Για την ταξινόμηση, την επεξεργασία και την απεικόνιση των ζωοβενθικών οργανισμών χρησιμοποιήθηκε το *Microsoft Excel* και το στατιστικό πακέτο *PRIMER 5 for Windows, Version 5.1.2*. Το *PRIMER* επεξεργάστηκε τα δεδομένα και έδωσε καμπύλες και σχεδιαγράμματα που αφορούν την ποικιλότητα, την ποικιλία των ειδών, την αφθονία των ατόμων και την συγγένεια ως προς την ποικιλία των ειδών. Πιο συγκεκριμένα ο αριθμός των ατόμων από όλα τα είδη ανάχθηκε στο τετραγωνικό μετρο και στη συνέχεια με την εκτέλεση εντολών, δόθηκαν τα αντίστοιχα γραφήματα. Οι περιοχές δειγματοληψίας ομαδοποιήθηκαν με βάση την αφθονία των ειδών χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Bray- Curtis (Digby & Kempton, 1987).

2.7 Οικολογικοί δείκτες

Για την εκτίμηση της ποικιλότητας των ειδών που είναι βασική παράμετρος για της περιγραφή μιας συνενέυρεσης χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω δείκτες:

A) ο δείκτης γενικής ποικιλότητας των Shannon - Wiener (Shannon & Weaver, 1963) που είναι ευρύτερης αποδοχής (Sanders, 1968, Pielou, 1969, Field, 1971, Edwards et al., 1972, Burns, 1978) και δίνεται από τον τύπο:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

όπου,

p_i = είναι η σχετική αφθονία ενός είδους σε ένα συγκεκριμένο δείγμα μιας κοινότητας.

S = ο αριθμός των ειδών.

Ο δείκτης αυτός επηρεάζεται όχι μόνο από τον αριθμό των ειδών, αλλά και από το πόσο ομοιόμορφα είναι κατανεμημένα τα άτομα στα είδη (Sanders, 1968). Ο δείκτης μεγαλώνει όσο αυξάνει ο αριθμός των ειδών και όσο περισσότερο ομοιόμορφη γίνεται η εκπροσώπηση τους (Edwards et al., 1972), ενώ είναι σχετικά ανεξάρτητος από το μέγεθος και την επιφάνεια του δείγματος.

B) Ο δείκτης ομοιόμορφης κατανομής των ατόμων J' (Pielou, 1969).

$$J' = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S, \text{ όπου :}$$

H' = η ποικιλότητα όπως υπολογίστηκε από τον τύπο Shannon-Wiener.

H'_{\max} = η θεωρητική μέγιστη τιμή του H' την οποία θα είχε το δείγμα αν τα άτομα ήταν ομοιόμορφα κατανεμημένα μεταξύ των ειδών.

Ο δείκτης ομοιόμορφης κατανομής είναι απαραίτητο στοιχείο γιατί δείχνει αν η διαφορά στην ποικιλότητα οφείλεται σε διαφορετικό αριθμό ειδών ή τον τρόπο κατανομής των ατόμων στα είδη.

Γ) Ο δείκτης αφθονίας των ειδών (d) που δίνεται από τον παρακάτω τύπο του Margalef (1957): $d = S - 1 / \ln N$, όπου :

S = ο αριθμός των ειδών σε κάθε δείγμα.

N = ο αριθμός των ατόμων σε κάθε δείγμα.

Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί η επίδραση του αριθμού των ειδών στις τιμές της ποικιλότητας.

3 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία και στατιστική ανάλυση των δεδομένων καθώς και από την αναγνώριση των βενθικών ειδών.

3.2 Α. Φυσικοχημικές παράμετροι

Απο το σύνολο των μετρήσεων, οι φυσικοχημικές παράμετροι παρουσιάζουν τις αναμενόμενες τιμές που επικρατούν κατά το θέρος στην θαλάσσια περιοχή του κόλπου, στα αβαθή νερά της υποπαρالياκής ζώνης (Πίνακας 1).

Το pH κυμαίνεται σε φυσιολογικά επίπεδα, από 8,07 έως 8,32 καθώς το θαλασσινό νερό χαρακτηρίζεται ως αλκαλικό λόγω της περιεκτικότητας του σε διοξείδιο του άνθρακα το οποίο αντιδρά με το νερό (Θεοδώρου, 2004).

Η επιφανειακή θερμοκρασία της αβαθούς υποπαρالياκής ζώνης είναι εντός φυσιολογικών τιμών για το θέρος, με μέση τιμή τους 25,20 βαθμούς Κελσίου κάτι που επιβεβαιώνεται και από τις βιβλιογραφικές αναφορές. Επίσης, φαίνεται με βάση τα δεδομένα που προέκυψαν, ότι δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις από περιοχή σε περιοχή κατά μήκος του κόλπου.

Η αλατότητα όπως φαίνεται είναι ελαφρώς υψηλότερη στις περιοχές της ανατολικής πλευράς (Λεφόκαστρο και Αγριά) και χαμηλότερη στις περιοχές της δυτικής πλευράς (Μιτζέλα). Γενικά όμως ο κόλπος παρουσιάζει αυξημένη αλατότητα αφ' ενός λόγω τους θέρους όπου έχουμε έντονη εξάτμιση και αφ' εταίρου λόγω της απουσίας μόνιμων ποταμών.

Το διαλυμένο οξυγόνο παρουσιάζει και αυτό φυσιολογικές τιμές αν και έχει έντονη διακύμανση έως ότου σταθεροποιηθεί καθ' ότι ο ελαφρύς κυματισμός στην επιφάνεια συνέχεια μεταβάλλει την τιμή του.

Πίνακας 1. Οι τελικές τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων και για τις πέντε περιοχές δειγματοληψίας.

Περιοχή	pH	Θερμοκρασία (⁰ C)	Αλατότητα (‰)	Οξυγόνο (mg/l)
Μαραθιάς	8,32	20,23	34,57	8,47
Λεφόκαστρο	8,07	25,63	36,61	13,26
Αγριά	8,15	23,20	36,59	14,52
Αλυκές	8,11	24,10	35,56	13,9
Μιτζέλα	8,15	25,20	35,58	14,52

3.3 Β. Κοκκομετρική ανάλυση

Από τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) βλέπουμε ότι ο Μαραθιάς αποτελείται από χονδρόκοκκα υλικά σε ποσοστό 61,21 % κατά βάρος ενώ το πιο μικρό ποσοστό αντιστοιχεί στην θαλάσσια περιοχή της Μιτζέλας με ποσοστό 23,57 % κατά βάρος. Στα λεπτόκοκκα υλικά, αντίστροφα το μεγαλύτερο ποσοστό αντιστοιχεί στη Μιτζέλα με τιμή 76,43 % κατά βάρος ενώ το πιο χαμηλό ποσοστό λεπτόκοκκων υλικών εντοπίζεται στο Μαραθιά με ποσοστό 38,33 % κατά βάρος.

Πιο αναλυτικά, για τα λεπτόκοκκα υλικά, γίνεται ο διαχωρισμός τους στις τρεις επιμέρους ομάδες : άμμος, ιλύς και άργιλος, όπου διαφαίνεται ότι : και οι πέντε περιοχές δειγματοληψιών φέρουν το ίδιο ποσοστό σε άμμο (97%). Το ίζημα της Μιτζέλας έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ιλύ (0,30%), ενώ ο Μαραθιάς και το Λεφόκαστρο την μικρότερη περιεκτικότητα επί τοις εκατό (0,16%). Σε ότι αφορά την παρουσία της αργίλου στο μαλακό υπόστρωμα ο Μαραθιάς και το Λεφόκαστρο έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα (2,84%) ενώ η Μιτζέλα τη μικρότερη (2,70%).

Πίνακας 2. Αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης για τις πέντε περιοχές δειγματοληψιών.

Κωδικός Δείγματος	Χοντρόκοκκα Υλικά (>2mm) κατά βάρος (%)	Λεπτόκοκκα Υλικά (<2mm) κατά βάρος (%)	Λεπτόκοκκα Υλικά		
			Άμμος (%) (2 - 0,02mm)	Ιλύς (%) (0,02 - 0,002mm)	Αργίλος (%) (<0,002mm)
Μαραθιάς	61,67	38,33	97,00	0,16	2,84
Λεφόκαστρο	51,72	48,28	97,00	0,16	2,84
Αγριά	57,21	42,79	97,00	0,22	2,78
Αλυκές	44,63	55,37	97,00	0,22	2,78
Μιτζέλα	23,57	76,43	97,00	0,30	2,70

3.4 Γ. Βενθική πανίδα

3.4.1 Αφθονία μεγαπανίδας.

Συνολικά προσδιορίστηκαν 1311 άτομα που ανήκουν σε 58 είδη μεγαπανίδας. Απο αυτά, 32 είδη ανήκουν στα γαστερόποδα (55,17%), 7 είδη ανήκουν στα δίθυρα (12,07%), 4 είδη στα καρκινοειδή (6,90%), 13 είδη στους πολύχαιτους (22,41%) και 2 είδη (3,45%) στη κατηγορία διάφορα, ενώ βρέθηκαν και υπολλείματα από καβούρια και αχινούς σε όλες τις περιοχές (Πίνακας 3).

Από το σύνολο των ειδών, εκείνα που εμφανίζονται σχεδόν και στις πέντε περιοχές είναι από τα γαστερόποδα, τα είδη : *Bittium reticulatum latreillei*, *Bittium reticulatum reticulatum*, *Rissoa similis*, *Rissoa ventricosa*. Συχνή είναι και η παρουσία ατόμων του γένους *Alvania*. Από τα δίθυρα πιο συχνά εντοπίστηκαν τα είδη *Lucinella divaricata* και *Tellina fabula*. Από την κατηγορία των καρκινοειδών το αμφίποδο είδος *Asudicola rosea*, και από τη κατηγορία των πολύχαιτων, τα εδραία είδη : *Magelona papillicornis* και *Poecilochaetus serpens*.

Από τον Πίνακα 3 παρατηρούμε ότι στην ανατολική πλευρά του Παγασητικού, όπου ανήκουν οι περιοχές Μαραθιάς, Λεφόκαστρο και Αγριά συναντάται πολύ μικρή ποικιλία ειδών ενώ και η αφθονία των ατόμων τους είναι και αυτή περιορισμένη . Ο πιο μικρός αριθμός ειδών συναντάται στην Αγριά. Στο Λεφόκαστρο αν και ο αριθμός των ειδών είναι μικρός βλέπουμε μεγάλη αφθονία των ατόμων που οφείλεται κατά αποκλειστικότητα στο είδος *M.papillicornis*. Η μεγαλύτερη ποικιλία ειδών παρουσιάζεται στην περιοχή των Αλυκών ενώ η μεγαλύτερη αφθονία ατόμων παρατηρείται στη Μιτζέλα.

Πίνακας 3. Κατανομή των ειδών και των απόμων της βενθικής πανίδας, στις πέντε περιοχές δειγματοληψίας (M=Μαραθιάς, L= Λεφόκαστρο, A=Αγριά, AL=Αλυκές, MI=Μιτζέλα).

ΕΙΔΗ	Περιοχή				
	Μαραθιάς	Λεφόκαστρο	Αγριά	Αλυκές	Μιτζέλα
MOLLUSCA Γαστερόποδα					
Rissoidae <i>Alvania cimex</i> (Linnaeus 1758)	1	2			
Rissoidae <i>Alvania punctura</i> (Montagu 1803)					3
Rissoidae <i>Alvania subcrenulata</i> (B.D.D 1884)				1	
Rissoidae <i>Alvania subsoluta</i> (Aradas 1847)				4	7
Rissoidae <i>Alvania testae</i> (Aradas & Maggiore 1844)	1				
Nassariidae <i>Amyclina corniculum</i> (Olivi 1792)	1			1	
Turridae <i>Bella ginnania</i> (Risso 1826)				1	2
Turridae <i>Bellaspira septangularis</i> (Montagu 1803)				4	1
Cerithiidae <i>Bittium reticulatum latreillei</i> (Payraudeau 1826)	6		1	143	601
Cerithiidae <i>Bittium reticulatum reticulatum</i> (Da Costa 1778)				17	120
Cerithiidae <i>Cerithium rupestre</i> Risso 1826	1				

Cerithiidae <i>Cerithium vulgatum</i> , Bruguiere 1792				1	
Pirenidae <i>Columbella rustica</i> (Linnaeus 1758)				1	
Nassariidae <i>Cyclope neritea</i> (Linnaeus 1758)			1	1	
Turridae <i>Cythara vanquelinii</i> (Payraudeau 1826)				1	
Rissoidae <i>Folinella excavata</i> (Philippi 1836)				3	
Naticidae <i>Lunatia guillemini</i> (Payraudeau 1826)	1				
Pyramidellidae <i>Odostomia conoidea</i> (Brocchi 1814)				1	
Patellidae <i>Patella caerulea</i> Linnaeus 1758		5	2	5	
Turridae <i>Raphitoma concina</i> (Scacchi 1836)	2				
Turridae <i>Raphitoma linearis</i> (Montagu 1803)				1	
Rissoidae <i>Rissoa monodonta</i> Philippi 1836				2	10
Rissoidae <i>Rissoa similis</i> , Scacchi 1836	1			24	22
Rissoidae <i>Rissoa ventricosa</i> Desmarest 1814	1		1	16	18
Rissoidae <i>Rissoina bruguierei</i> (Payraudeau 1826)		1		1	

Triphoridae <i>Triphora perversa</i> (Linnaeus 1758)	1		1	1	
Truncatellidae <i>Truncatella subcylindrica</i> (Linnaeus 1767)				1	
Rissoidae <i>Turboella similis</i> (Scacchi 1836)				8	18
Pyramidellidae <i>Turbonilla pusilla</i> (Philippi 1844)				4	
Pyramidellidae <i>Turbonilla rufa</i> (Philippi 1836)				6	
Pyramidellidae <i>Turbonilla striatula</i> (Linnaeus 1758)				3	1
MOLLUSCA					
Διθύρα					
Kelliidae <i>Bornia sebetia</i> (Costa O.G 1829)					1
Limidae <i>Lima inflata</i> (Chemnitz 1784)				1	
Lucinidae <i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus 1758)				7	1
Tellinidae <i>Tellina fabula</i> , Gmelin 1791	7			3	
Tellinidae <i>Tellina pulchella</i> Lamarck 1818				1	
Thyasiridae <i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu 1803)				1	
Veneridae <i>Venus ovata</i> (Pennant 1777)		1			

CRUSTACEA					
Καρκινοειδή					
Cyclopoidea <i>Ascidicola rosea</i> Thorell 1859				3	
Cirolanidae <i>Eurydice spinigera</i> Hansen 1890		1			
Talitridae <i>Orchestia mediterranea</i> Costa 1853	1				
Sphaeromatidae <i>Sphaeroma serratum</i> (Fabricious 1787)		1			
ANNELIDA					
Πολύχαιτοι					
Cirratulidae <i>Chaetozone setosa</i> Malmgren 1867					3
Phyllodocidae <i>Eteone longa</i> (Fabricious 1780)					2
Glyceridae <i>Glycera alba</i> (Muller O.F 1776)				1	
Glyceridae <i>Glycera lapidum</i> Eliason 1920				2	
Magelonidae <i>Magelona papillicornis</i> Muller 1858		133	19	3	
Nephtyidae <i>Nephtys hombergii savigny</i> Savigny 1820				4	
Oweniidae <i>Owenia fusiformis</i> (Delle Chiaje 1841)				2	
Pholoidae <i>Pholoe minuta</i> (Fabricious 1780)					1

Phyllodocidae <i>Phyllodoce mucosa</i> (Oersted 1843)				2	
Poecilochaetidae <i>Poecilochaetus serpens</i> Allen 1904	8			4	5
Scalibregmatidae <i>Scalibregma inflatum</i> Rathke 1843				1	2
Spionidae <i>Scolecopsis bonnieri</i> (Mesnil 1896)				2	
Orbiniidae <i>Scoloplos armiger</i> (Muller 1776)				4	
Unidentified					
sp.1	27	1		13	9
sp.2	38				7
Συνολικός αριθμός ειδών	15	8	6	42	20
Συνολικός αριθμός ατόμων	97	145	25	305	834

Στην Εικόνα 8 αποτυπώνεται ποια περιοχή φέρει τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών. Σύμφωνα με την ποσοστιαία κατανομή, η μεγαλύτερη ποικιλία ειδών καταμετρήθηκε στις Αλυκές, με ποσοστό 46%, ενώ η μικρότερη, στην Αγριά με ποσοστό 7%.



Εικόνα 8. Σηματική ποσοστιαία κατανομή του **αριθμού των ειδών** για τη κάθε περιοχή δειγματοληψίας.

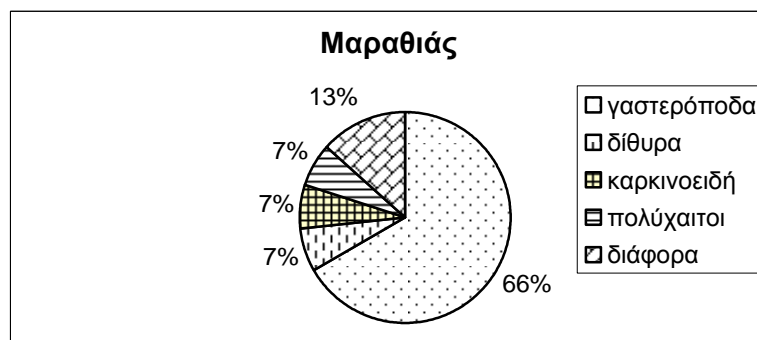
Ως προς των αριθμό των ατόμων, τα στοιχεία διαφοροποιούνται. Έτσι, διαπιστώνεται ότι η περιοχή της Μιτζέλας παρουσιάζει τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων με ποσοστό 59%, ενώ τον μικρό αριθμό ατόμων παρουσιάζει και πάλι η Αγριά με ποσοστό 2% και ο Μαραθιάς (7%) (Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Σηματική ποσοστιαία κατανομή του **αριθμού των ατόμων** για τη κάθε περιοχή δειγματοληψίας.

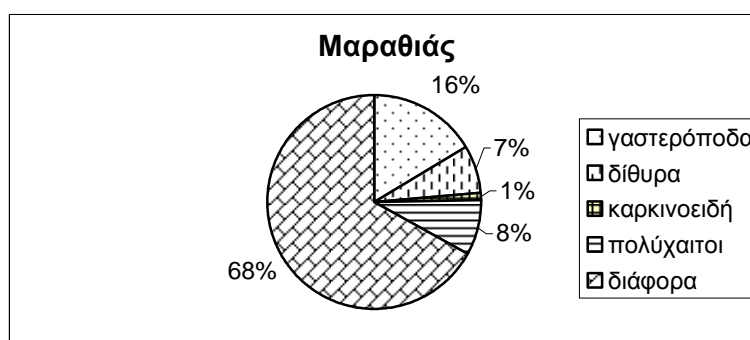
3.4.1.1 Μαραθιάς

Στον Μαραθιά τα γαστερόποδα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό ως παρουσία ειδών (66%) και ακολουθούν η κατηγορία διάφορα με ποσοστό 13% ενώ το υπόλοιπο ισοκατανέμεται στα δίθυρα (7%) στα καρκινοειδή (7%) και στους πολύχαιτους (7%) (Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του **συνόλου των ειδών** στην περιοχή του Μαραθιά.

Σε αριθμό ατόμων όμως το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι οργανισμοί που ανήκουν στα διάφορα (68%) και το μικρότερο τα καρκινοειδή (1%)(Εικόνα 11).



Εικόνα 11. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του συνολικού **αριθμού των ατόμων** στην περιοχή του Μαραθιά.

3.4.1.2 Λεφόκαστρο

Στο Λεφόκαστρο, το μεγαλύτερο ποσοστό των ειδών αντιστοιχεί στα γαστερόποδα (37%), ακολουθούν τα καρκινοειδή (24%), ενώ το υπόλοιπο ισοκατανέμεται μεταξύ των δίδυρων (13%) των πολύχαιτων (13%) και των διάφορων οργανισμών (13%) (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του **συνόλου των ειδών** στην περιοχή του Λεφόκαστρου.

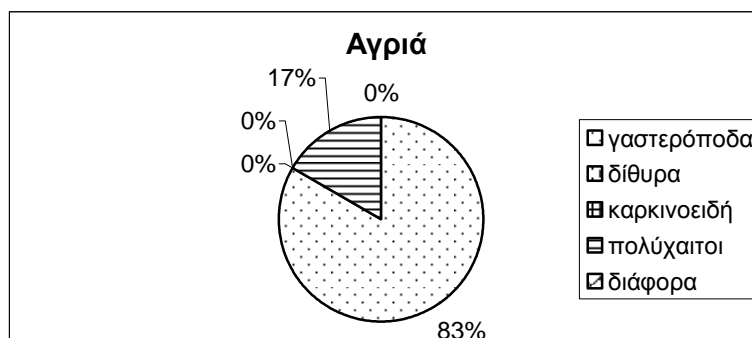
Σε ότι αφορά των αριθμό των ατόμων, το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι πολύχαιτοι με ποσοστό 91% και το μικρότερο, τα δίθυρα (1%), τα καρκινοειδή (1%) και τα διάφορα (1%)(Εικόνα 13).



Εικόνα 13. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του συνολικού **αριθμού των ατόμων** στην περιοχή του Λεφόκαστρου.

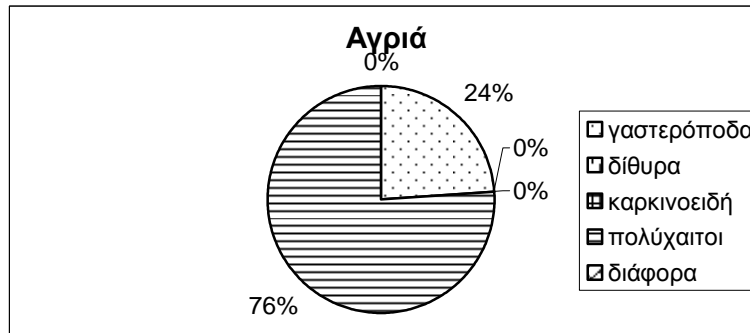
3.4.1.3 Αγριά

Στην περιοχή της Αγριάς, το μεγαλύτερο ποσοστό ειδών καταλαμβάνουν τα γαστερόποδα (83%) και το υπόλοιπο οι πολύχαιτοι (17%) (Εικόνα 14).



Εικόνα 14. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του **συνόλου των ειδών** στην περιοχή της Αγριάς.

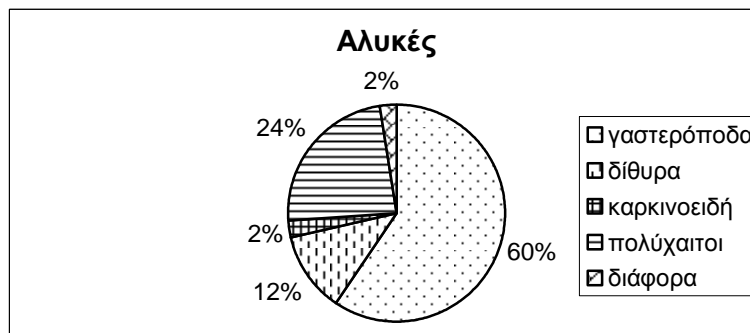
Σε ποσοστό αριθμού ατόμων, συμβαίνει όμως το αντίστροφο, το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι πολύχαιτοι (76%) και το υπόλοιπο τα γαστερόποδα (24%)(Εικόνα 15).



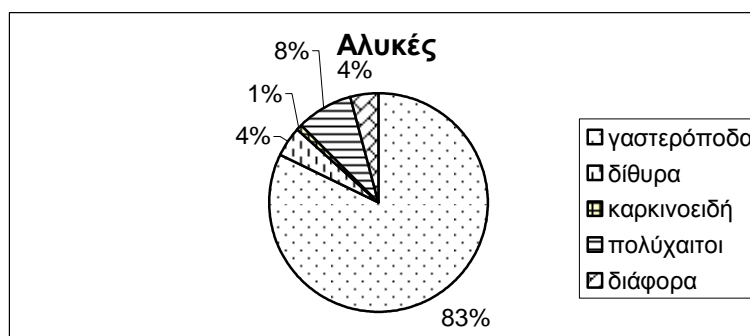
Εικόνα 15. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του συνολικού **αριθμού των ατόμων** στην περιοχή της Αγριάς.

3.4.1.4 Αλυκές

Στην περιοχή των Αλυκών, το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν τα γαστερόποδα ως κατηγορία (60%) και ως αριθμό ατόμων (83%), ενώ το μικρότερο ποσοστό ανήκει στα καρκινοειδή (2%) και στον αντίστοιχο αριθμό ατόμων τους (1%) (Εικόνα 16,17).



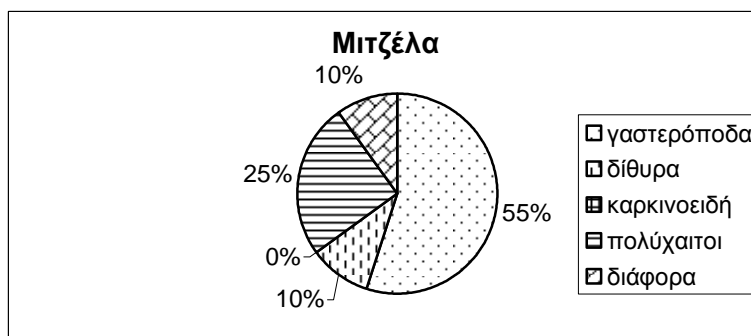
Εικόνα 16. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του **συνόλου των ειδών** στην περιοχή των Αλυκών.



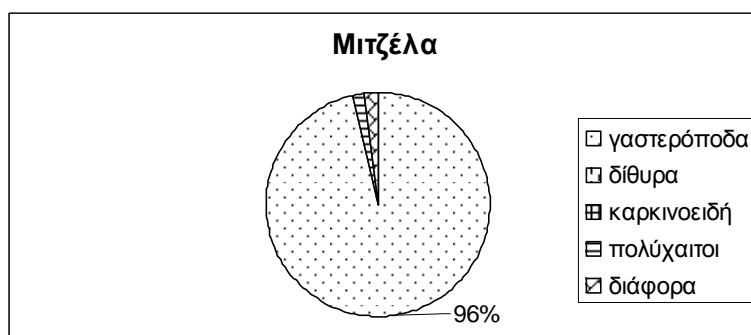
Εικόνα 17. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του συνολικού **αριθμού των ατόμων** στην περιοχή των Αλυκών.

3.4.1.5 Μιτζέλα

Στη Μιτζέλα, το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν τα γαστερόποδα (55%) και ο αριθμός των ατόμων τους (96%) και το μικρότερο ποσοστό, τα διάφορα (10%) και ο αντίστοιχος αριθμός των ατόμων τους (2%)(Εικόνα 18,19).



Εικόνα 18. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του **συνόλου των ειδών** στην περιοχή της Μιτζέλας.

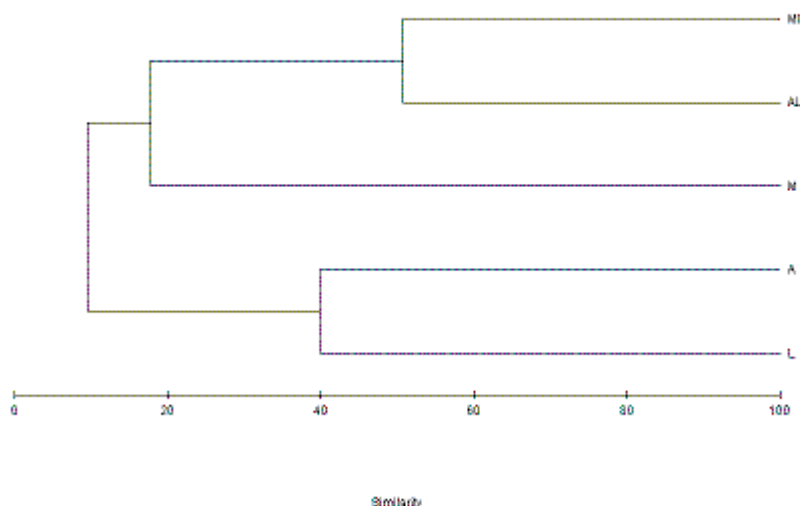


Εικόνα 19. Σχηματική ποσοστιαία κατανομή του συνολικού **αριθμού των ατόμων** στην περιοχή της Μιτζέλας.

3.4.2 Στατιστική ανάλυση

Το παρακάτω δενδρόγραμμα (Εικόνα 20) αποτυπώνει την συγγένεια των πέντε περιοχών δειγματοληψίας ως προς την παρουσία των βενθικών ειδών. Το ποσοστό συγγένειας όλων των περιοχών ως προς τα είδη είναι μόνο 10%. Η Μιτζέλα και οι Αλυκές παρουσιάζουν ποσοστό ομαδοποίησης 50%, το μεγαλύτερο από όλες τις υπόλοιπες. Ακολουθώντας αυξημένη ομοιότητα παρουσιάζουν η Αγριά με το Λεφόκαστρο

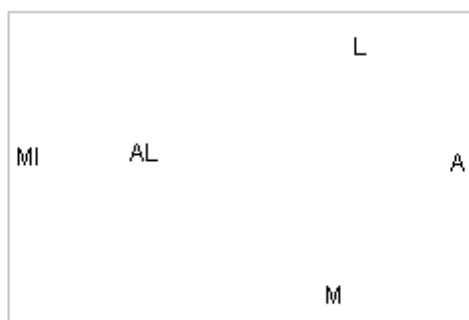
σε ποσοστό 40%. Ο Μαραθιάς συγκλίνει περισσότερο σε ομοιότητα με την Μιτζέλα και τις Αλυκές, σε ποσοστό ομαδοποίησης 19%.



Εικόνα 20. Σχηματική απεικόνιση της ομαδοποίησης (cluster) των βενθικών ειδών, βάση του δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis για τις πέντε περιοχές δειγματοληψίας (M=Μαραθιάς, L=Λεφόκαστρο, A=Αγριά, AL=Αλυκές, MI=Μιτζέλα).

Η εφαρμογή της μεθόδου MDS (Multi Dimension Scalling) επαληθεύει για ακόμη μια φορά την διαφοροποίηση των σταθμών μεταξύ τους (Εικόνα 21). Η μεγαλύτερη ομοιότητα στην παρουσία των βενθικών ειδών εντοπίζεται μεταξύ της Μιτζέλας και των Αλυκών, αφού διαχωρίζονται από τις υπόλοιπες τρεις περιοχές, οι οποίες φαίνεται να είναι διαφοροποιημένες μεταξύ τους περισσότερο.

2D



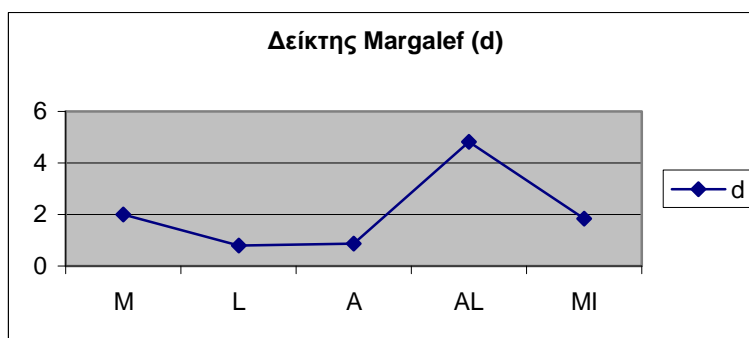
Εικόνα 21. Το αποτέλεσμα της μεθόδου MDS (stress value=0), βάση του δείκτη ομοιότητας Bray- Curtis, για τις πέντε περιοχές δειγματοληψιών ως προς την βενθική πανίδα (M=Μαραθιάς, L=Λεφόκαστρο, A=Αγριά, AL=Αλυκές, MI=Μιτζέλα).

3.4.3 Οικολογικοί δείκτες

Σύμφωνα με τη σχέση που μας δίνει τη τιμή για το d (δείκτης αφθονίας των ειδών), στην περιοχή των Αλυκών, έχουμε το μεγαλύτερο αριθμό ειδών και αντίστοιχα την μεγαλύτερη τιμή του d ίση με $d=4,825$. Αντιθέτως, στο Λεφόκαστρο, η τιμή του δείκτη d είναι η μικρότερη και είναι ίση με $d=0,7994$ (Πίνακας 4). Στην ίδια διαπίστωση καταλήγουμε και με την βοήθεια του αντίστοιχου διαγράμματος αντίστοιχα (Εικόνα 22).

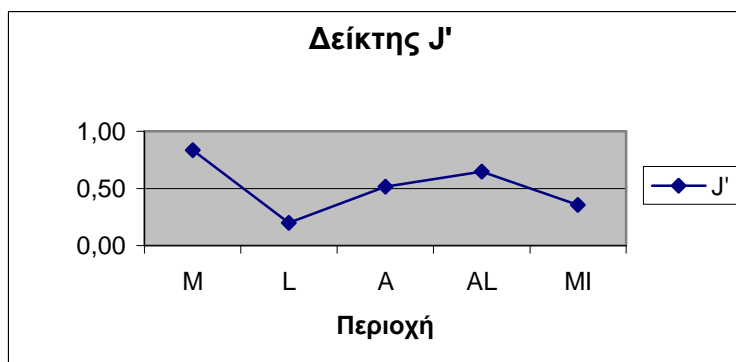
Πίνακας 4. Οι τιμές των δεικτών S (αριθμός ειδών), N (αριθμός ατόμων στο τετραγωνικό μέτρο), d (δείκτης αφθονίας των ειδών), H' (δείκτης γενικής ποικιλότητας) και J' (δείκτης ομοιόμορφης κατανομής των ατόμων) για κάθε περιοχή δειγματοληψίας (M =Μαραθιάς, L = Λεφόκαστρο, A =Αγριά, AL =Αλυκές, MI =Μιτζέλα).

Περιοχή	S	N	d	J'	$H'(\log e)$
Μαραθιάς	15	404	1,999	0,8347	2,141
Λεφόκαστρο	8	1819	0,7994	0,1991	0,3875
Αγριά	6	316	0,8688	0,5166	0,9257
Αλυκές	42	3988	4,825	0,6479	2,406
Μιτζέλα	20	10330	1,839	0,3547	1,025



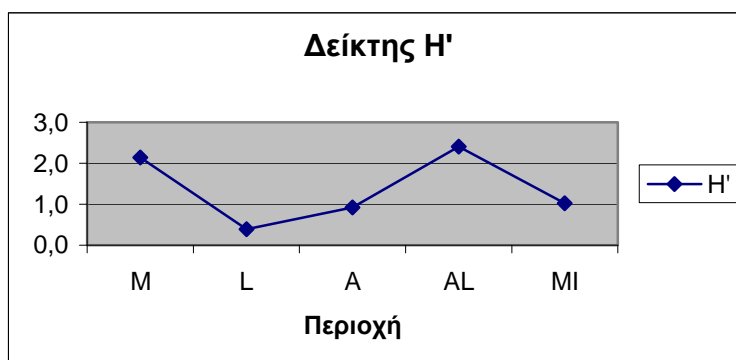
Εικόνα 22. Γραφική παράσταση των τιμών του δείκτη d για τις πέντε περιοχές δειγματοληψίας (M =Μαραθιάς, L = Λεφόκαστρο, A =Αγριά, AL =Αλυκές, MI =Μιτζέλα).

Η μεγαλύτερη τιμή για τον δείκτη J' (δείκτης ομοιόμορφης κατανομής των ατόμων) αντιστοιχεί στην περιοχή του Μαραθιά και είναι ίση με $J'=0,8347$ (Πίνακας 4). Αντίθετα, το Λεφόκαστρο έχει τη μικρότερη τιμή, ίση με $J'=0,1991$ (Εικόνα 23).



Εικόνα 23. Γραφική παράσταση των τιμών του δείκτη J' για τις πέντε περιοχές δειγματοληψίας (M=Μαραθιάς, L= Λεφόκαστρο, A=Αγριά, AL=Αλυκές, MI=Μιτζέλα).

Ο δείκτης γενικής ποικιλότητας H' (δείκτης γενικής ποικιλότητας) παρουσιάζει την μεγαλύτερη τιμή του για την περιοχή των Αλυκών και είναι ίση με $H'=2,406$ (Πίνακας 4). Αντίθετα η μικρότερη τιμή του H' σημειώνεται στο Λεφόκαστρο ίση με $H'=0,3875$ όπου πράγματι έχουμε πολύ μικρή ποικιλία ειδών και παρά πολύ μεγάλη ανισοκατανομή των ατόμων ανάμεσα στα είδη (Εικόνα 24).



Εικόνα 24. Γραφική παράσταση των τιμών του δείκτη H' για τις πέντε περιοχές δειγματοληψίας (M=Μαραθιάς, L= Λεφόκαστρο, A=Αγριά, AL=Αλυκές, MI=Μιτζέλα).

3.4.4 Είδη

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα είδη, που είχαν πιο συχνή την παρουσία των ατόμων τους.

3.4.4.1 Γαστερόποδα

Σώμα ασύμμετρο. Πόδας επίπεδος και πλατύς. Η κεφαλή είναι εμφανής, με ένα ή δυο ζεύγη κεραιών. Κέλυφος ελικοειδές περιελιγμένο (σε μερικά είδη λείπει τελείως ή είναι περιορισμένο).

- Mollusca, Cerithiidae, *Bittium reticulatum reticulatum* (Εικόνα 26) και *Bittium reticulatum latreillei* (Εικόνα 25)

Βιότοπος : αμμώδεις και λασπώδεις ακτές.

Περιγραφή : επίμηκες, κωνικό κοχύλι, μέχρι και 1 εκατοστό μήκος και 10-15 περιελίξεις. Χρώμα κοκκινοκαφέ έως αχνό καστανό.

Υλικό: 751 άτομα *B. reticulatum latreillei* στους σταθμούς Μαραθιά, Αλυκές και Μιτζέλα. 137 άτομα *B. reticulatum reticulatum* στους σταθμούς Αλυκές και Μιτζέλα.



Εικόνα 25. *Bittium reticulatum latreillei*.



Εικόνα 26. *Bittium reticulatum reticulatum*.

- Mollusca, Rissoidae, *Rissoa similis* (Εικόνα 27)

Υλικό : 47 άτομα στους σταθμούς Μαραθιά, Αλυκές και Μιτζέλα.



Εικόνα 27. *Rissoa similis*.

- Mollusca, Rissoidae, *Rissoa ventricosa* (Εικόνα 280)

Βιότοπος : σε πετρώδη βιότοπο με φύκια, στην ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη.

Περιγραφή : κοχύλι που δεν ξεπερνά, σε ύψος, τα 7 χιλιοστά, με αβαθείς διακοσμίσεις. Το στόμιο του, δίνει την εντύπωση πως αλλάζει κατεύθυνση. Το χρώμα του είναι σταχτί.

Υλικό : 36 άτομα στους σταθμούς Μαραθιά, Αγριά, Αλυκές και Μιτζέλα.



Εικόνα 28. *Rissoa ventricosa*.

3.4.4.2 Δίθυρα

Απο τα δίθυρα, τα είδη τα οποία εμφανίστηκαν με μεγαλύτερη συχνότητα και με τα περισσότερα άτομα ήταν: το *L.divaricata* και το *T.fabula*.

- Mollusca, Lucinidae, *Lucinella divaricata* (Εικόνα 29)

Βιότοπος : ανώτερη υποπαριακή, με λασπώδη άμμο και χαλίκια.

Περιγραφή : μικρό δίθυρο, μέχρι ένα εκατοστό, σε διάμετρο. Η εξωτερική επιφάνεια του, έχει χρώμα υπόλευκο έως υποκίτρινο.

Υλικό: 8 άτομα στους σταθμούς Αλυκές και Μιτζέλα.



Εικόνα 29. *Lucinella divaricata*.

- Mollusca, Tellinidae, *Tellina fabula* (Εικόνα 30)

Βιότοπος : λεπτά, λασπώδη υποστρώματα ή με λασπώδη άμμο.

Περιγραφή : λεπτό, εύθραυστο δίθυρο, έως 20 χιλιοστά μήκος. Και οι δυο θύρες φέρουν ομόκεντρες γραμμές που διατρέχουν την εξωτερική επιφάνεια, αλλά η μια θύρα είναι λεία και η άλλη αδρής. Το χρώμα κυμαίνεται από λευκό έως κίτρινο- πορτοκαλί.

Υλικό : 10 άτομα στους σταθμούς Μαραθιά και Αλυκές.



Εικόνα 30. *Tellina fabula*.

3.4.4.3 Καρκινοειδή

Στην κατηγορία των καρκινοειδών, αν και εντοπίστηκαν ελάχιστα είδη, το είδος που είχε τα περισσότερα άτομα ήταν το *A.rosea*.

3.4.4.4 Πολύχαιτοι

Στους πολύχαιτους, τα είδη που ξεχώρισαν ως πιο συχνά παρατηρούμενα ήταν ο *Chaetozone setosa*, *M.papillicornis*, *Nephtys hombergii savigny*, *P.serpens* και ο *Scoloplos armiger*.

- Annelida, Cerratulidae, *Chaetozone setosa* (Εικόνα 31)

Βιότοπος : ρηχή υποπαραλιακή ζώνη, χαλικώδη και λασπώδη υποστρώματα.

Περιγραφή : λεπτό κυλινδρικό σώμα. Έχει μήκος 20 εως 25 χιλιοστά. Το χρώμα του είναι γκρίζο, καφέ εως και μαυριδερό.

Υλικό : 3 άτομα στο σταθμό Μιτζέλα.



Εικόνα 31. *Chaetozone setosa*.

- Annelida, Magelonidae, *Magelona papillicornis* (Εικόνα 32)

Βιότοπος : λεπτόκοκκα, αμμώδη υποστρώματα σε ρηχά και σε βαθύτερα νερά.

Περιγραφή : Μακρύ, λεπτό και ευλύγιστο σώμα που φτάνει μέχρι και τα 170 mm, με οβάλ πεπλατυσμένο κεφάλι, που φέρει δυο μακριές κεραίες.

Υλικό : 155 άτομα στους σταθμούς Λεφόκαστρο, Αγριά και Αλυκές.



Εικόνα 32. *Magelona papillicornis*.

- Annelida, Nephtyidae, *Nephtys hombergii savigny* (Εικόνα 33)

Βιότοπος : ρηχή υποπαραλιακή ζώνη σε λασπώδη άμμο και σε χαλίκια.

Περιγραφή : λείο με 90 έως 200 δακτυλίους, 10 έως 20 εκατοστά μήκος, με μικρό κεφάλι και με τέσσερις μικρές κεραίες. Χρώμα περλέ - λευκό.

Υλικό: 4 άτομα στο σταθμό Αλυκές.



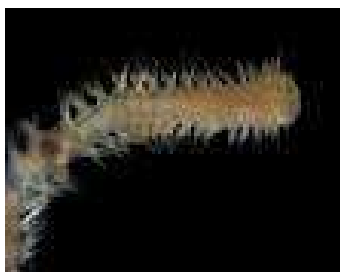
Εικόνα 33. *Nephtys hombergii savigny*.

- Annelida, Poecilochaetidae, *Poecilochaetus serpens* (Εικόνα 34)

Βιότοπος : ζει σε υποστρώματα με μεσαίο μέγεθος κόκκων, μεταξύ 150 και 550 μm.

Περιγραφή : επίμηκες, κυλινδρικό σώμα, με μήκος μέχρι 55 χιλιοστά. Μικρό, σφαιρικό κεφάλι με τρίχες. Το χρώμα του κυμαίνεται από κόκκινο έως μαύρο, με λευκές κηλίδες.

Υλικό: 17 άτομα στους σταθμούς Μαραθιά, Αλυκές, Μιτζέλα.



Εικόνα 34. *Poecilochaetus serpens*.

- Annelida, Orbiniidae, *Scoloplos armiger* (Εικόνα 35)

Βιότοπος : ρηχή υποπαραλιακή ζώνη, λεπτή λασπώδη άμμο και ανάμεσα σε θαλάσσια φύκη.

Περιγραφή : μήκος έως 12 εκατοστά και πάνω από 200 δαχτύλιοι. Τα μάτια του δεν διακρίνονται και έχουν αιχμηρό κεφάλι. Το χρώμα του είναι κόκκινο, κοκκινο-καφέ και οφείλεται στις εμφανής αρτηρίες που διατρέχουν το σώμα του.

Υλικό: 4 άτομα στο σταθμό Αλυκές.



Εικόνα 35. *Scoloplos armiger*.

4 : ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι φυσικοχημικές παράμετροι, δεν παρουσιάζουν μεταβολές και οι τιμές τους συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες (Ψόχιου, 2003). Το pH εμφανίζει τις αναμενόμενες τιμές για το καλοκαίρι (8,07 έως και 8,32) καθώς και η θερμοκρασία (25 °C), αφού κυμαίνεται εντός των τιμών που έχουν μετρηθεί για τον Παγασητικό κόλπο σε παλαιότερες βιβλιογραφικές αναφορές (Gabrielides & Theocharis, 1978). Οι τιμές της αλατότητας είναι φυσιολογικές ως μέτρηση για την καλοκαιρινή εποχή (κυμαίνονται μεταξύ 35 ‰ και 37 ‰). Είναι ελαφρώς αυξημένες στην ανατολική πλευρά (Μαραθιάς, Λεφόκαστρο) ενώ η δυτική πλευρά παρουσιάζει χαμηλότερες αλατότητες. Αυτό οφείλεται στις υδάτινες απορροές από την περιοχή του Αλμυρού (δυτικά). Στα ίδια συμπεράσματα έχουν καταλήξει και οι Gabrielides & Theocharis (1978) καθώς και οι Theocharis & Laskaratos (1985). Οι τιμές του οξυγόνου είναι σε φυσιολογικά επίπεδα (από 8,5 mg/lt έως και 14,5 mg/lt) και ίσως λίγο περισσότερο αυξημένα. Το πιο πιθανό είναι ότι οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την διάρκεια της μέτρησης τους πάντα επικρατούσε ένας ελαφρύς κυματισμός που ανανέωνε την επιφάνεια του θαλασσινού νερού συνεχώς με μεγάλες ποσότητες οξυγόνου.

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων της κοκκομετρικής ανάλυσης, διαφαίνεται ότι Μιτζέλα έχει το μεγαλύτερο ποσοστό σε λεπτόκοκκα υλικά (76,43%) και ακολουθούν οι Αλυκές (55,37%), ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό σε χονδρόκοκκα υλικά εντοπίζεται στο Μαραθιά (61,67%) και την Αγριά (57,21%). Και οι πέντε περιοχές χαρακτηρίζονται απο μεγάλο ποσοστό άμμου (97%), ουσιαστικά δηλαδή, είναι κυρίως αμμώδεις παραλίες. Η διαπίστωση μας, έρχεται σε συμφωνία και με βιβλιογραφικές αναφορές οι οποίες αναφέρουν ότι στο δυτικό και βόρειο τμήμα του κόλπου, λόγω των εποχιακών ποταμών, αποτίθενται πηλοί και άργιλοι. Στο ανατολικό τμήμα εισόδου του κόλπου, οι περιοχές καλύπτονται με πιο χονδρόκοκκη άμμο (Περισσοράτης και συν., 1993).

Στο Παγασητικό Κόλπο, οι μέχρι τώρα έρευνες του ζωοβένθους, αφορούσαν και την κατώτερη υποπαραλιακή ζώνη, όπου το ελάχιστο βάθος ήταν το 3 μέτρα (Bogdanos and Satsadjis, 1985, Gabrielides and Theocharis, 1978, Μπόγδανος, 1990, Φριλίγκος,

1990, Amoutzopoulou – Schina and Haritonidis, 2005). Στην παρούσα εργασία περιοριστήκαμε αυστηρά στην ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη και σε βάθος που δεν ξεπερνούσε το 60 εκατοστά. Για αυτό το βάθος, δεν υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές και είναι αδύνατο να κάνουμε ακριβή σύγκριση με προηγούμενα δεδομένα. Όμως παρόλο που οι παλαιότερες έρευνες πραγματοποιήθηκαν σε μεγαλύτερα βάθη, ορισμένα βενθικά είδη παρουσιάζονται τόσο στις παλαιότερες εργασίες όσο και στη παρούσα διατριβή.

Τα περισσότερα από τα είδη που αναγνωρίστηκαν στην παρούσα εργασία, αποτελούν νέα δεδομένα για το βένθος στη ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη του Παγασητικού κόλπου.

Η επικρατέστερη ομάδα βενθικών οργανισμών είναι τα γαστερόποδα. Ιδιαίτερα μεγάλη ποικιλία ειδών και αφθονία ατόμων εντοπίστηκε στις Αλυκές και στη Μιτζέλα, αντίστοιχα. Οι δύο παραπάνω παραλίες έχουν λεπτόκοκκο αμμώδες υπόστρωμα, είναι ρηχές και ανήκουν στη δυτική πλευρά του Παγασητικού. Αντίθετα στο Λεφόκαστρο και στην Αγριά εμφανίζονται λίγα είδη που να ανήκουν στα γαστερόποδα. Όσο αφορά τους πολύχαιτους, τα δέκα από τα δεκατρία είδη εντοπίστηκαν στις Αλυκές, ενώ και στα δίθυρα, τα 5 από τα 7 είδη εντοπίστηκαν στη παραλία των Αλυκών. Σε όλα τα δείγματα υπήρχαν υπολλείματα από καβούρια και αχινούς.

Τα είδη που εμφανίστηκαν με την μεγαλύτερη συχνότητα και στις πέντε περιοχές είναι τα γαστερόποδα : *B.reticulatum latreillei* *B. reticulatum reticulatum*, *R.similis*, *R.ventricosa* και άτομα του γένους *Alvania*. Από τα δίθυρα το *L.divaricata* και το *T.fabula*. Και από τους πολύχαιτους ο *M.papillicornis* και ο *P.serpens*. Από βιβλιογραφικές αναφορές (Bogdanos, 1983, Φριλίγκος, 1990), παρατηρούμε ότι πολλά από τα είδη που αναφέρουν οι παραπάνω συγγραφείς εντοπίζονται και στην παρούσα μελέτη, παρόλο που δεν αναφερόμαστε στο ίδιο βάθος. Αυτά που εντοπίζονται τόσο στα μεγαλύτερα βάθη όσο και στο βάθος των 60 cm, είναι από τα γαστερόποδα, είδη του γένους *Alvania* και *Rissoa*. Από τα δίθυρα, συναντάμε είδη που ανήκουν στην οικογένεια των *Tellinidae* και από τους πολύχαιτους, οι *Chaetozone setosa*, *Nephtys hombergii*, *P. Serpens*, *Scoloplos armiger* και *M.papillicornis*.

Από την ποσοστιαία ανάλυση, με την βοήθεια των πιτών οδηγηθήκαμε σε ορισμένες διαπιστώσεις.

Η μεγαλύτερη ποικιλία ειδών εμφανίζεται στις Αλυκές. Αν και πρόκειται για μία παραλία με έντονη ανθρώπινη όχληση, ιδιαίτερα κατά το θερινό διάστημα, αυτό δεν φαίνεται να επηρεάζει την παρουσία ειδών. Επιπλέον η σύσταση του βυθού και η επίκρατηση έντονων ρευμάτων, στη θέση Αγκίστρι, που ανανεώνει τις υδάτινες μάζες και εμπλουτίζει την υδάτινη στήλη, φαίνεται να είναι από τους πιο σημαντικούς λόγους που οι Αλυκές παρουσιάζουν τόσο μεγάλο αριθμό ειδών. Αντίθετα, τον πιο μικρό αριθμό ειδών, έχει η Αγριά. Στη συγκεκριμένη παραλία που έγινε η δειγματοληψία, επικρατεί έντονη όχληση το καλοκαίρι, ενώ δεν υπάρχουν αναφορές για διάθεση λυμάτων στη περιοχή. Παρόλο αυτά, στη θαλάσσια περιοχή της, πιθανότατα να επικρατεί βενθική φτώχεια, τουλάχιστον στην ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη. Ως προς τον αριθμό ατόμων, το μεγαλύτερο ποσοστό, ανήκει στη Μιτζέλα. Αν και η παραλία που πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία είναι μικρότερη σε μήκος από αυτή των Αλυκών, φαίνεται ότι τα άτομα των διαφόρων ειδών βρίσκονται πιο κοντά μεταξύ τους και δεν εμφανίζουν μεγάλη διασπορά.

Από το δενδρόγραμμα, που προέκυψε, (Εικόνα 26) συμπεραίνουμε ότι η ομοιότητα των Αλυκών και της Μιτζέλας ως προς την παρουσία των ειδών έγκειται πιθανότατα στην όμοια γεωμορφολογία των παραλιών. Είναι και οι δυο θάλασσες ρηχές, με λεπτή αμμο και ίσως αυτό να ευνοεί την έντονη παρουσία και διαβίωση των βενθικών οργανισμών. Το Λεφόκαστρο και η Αγριά παρουσιάζουν ποσοστό ομαδοποίησης των ειδών σε ποσοστό 40% ενώ και οι δυο εμφανίζουν ελάχιστα είδη (8 και 6 είδη, αντίστοιχα). Ο λόγος ομαδοποίησης τους ίσως να είναι η ομοιότητα του βυθού, που συνίσταται από χονδρόκοκκη άμμο. Όλες, οι περιοχές μεταξύ τους, εμφανίζουν πολύ μικρό ποσοστό ομαδοποίησης ειδών (10%). Παρατηρούμε ότι αν και οι πέντε περιοχές βρίσκονται κατά μήκος του Παγασητικού κόλπου, έχουν πολύ μεγάλη διαφορά στη παρουσία ειδών, από παραλία σε παραλία. Επιπλέον, από το δενδρόγραμμα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ομαδοποίηση τους ως προς τη παρουσία ειδών, ίσως να γίνεται ανάλογα με το αν βρίσκονται στο δυτικό ή στο ανατολικό τμήμα του Παγασητικού.

Οι τιμές των οικολογικών δεικτών, μας βοήθησαν να καταλήξουμε σε ορισμένες διαπιστώσεις.

Η μεγαλύτερη τιμή για τον δείκτη d αντιστοιχεί στις Αλυκές. Στη συγκεκριμένη περιοχή, η επίδραση του αριθμού των ειδών φαίνεται να είναι αυτή που διαμορφώνει

τις τιμές της ποικιλότητας, αφού έχει και τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών. Η Μιτζέλα, που είναι η δεύτερη περιοχή σε αφθονία ειδών (20) φέρει μικρότερη τιμή για τον δείκτη d από ότι ο Μαραθιάς που έχει μόνο 15 είδη και τιμή του δείκτη d ίση με 1,999. Συμπεραίνουμε, δηλαδή, ότι για την Μιτζέλα, την ποικιλότητα δεν την διαμορφώνει η αφθονία των ειδών, αλλά ο μεγάλος αριθμός ατόμων της.

Η τιμή του δείκτη J (δείκτης ομοιόμορφης κατανομής), παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή για τον Μαραθιά. Ο Μαραθιάς αν και παρουσιάζει μόνο 15 είδη, φαίνεται ότι ο τρόπος κατανομής των ατόμων ανάμεσα στα είδη αυτά είναι πιο ομοιόμορφος από ότι στις Αλυκές που έχουμε το μεγαλύτερο αριθμό ειδών. Αυτό εξηγείται με τον τύπο που διέπει την σχέση του J . Ο λογάριθμος του αριθμού των ειδών στον παρανομαστή, στην περίπτωση των Αλυκών, επηρεάζει το κλάσμα και η τιμή του J καταγράφεται μικρότερη από αυτή του Μαραθιά. Η χαμηλότερη τιμή του δείκτη J αντιστοιχεί στο Λεφόκαστρο και αυτό μας υποδηλώνει, ότι η διαφορά στην ποικιλότητα οφείλεται στο τρόπο κατανομής των ατόμων μεταξύ των ειδών. Κάτι τέτοιο πράγματι επαληθεύεται, αφού σε αυτή τη παραλία καταγράφηκε ένας πολύ μικρός αριθμός ειδών (μόνο 8 είδη) και ένας δυσανάλογα μεγάλος αριθμός ατόμων που οφείλεται σχεδόν σε ένα και μόνο είδος πολυχαίτου που εντοπίστηκε (*M.papillicornis*).

Η μεγαλύτερη τιμή για τον δείκτη H' αντιστοιχεί στις Αλυκές και δηλώνει ότι η περιοχή αυτή, έχει το μεγαλύτερο αριθμό ειδών και ταυτόχρονα, την πιο ομοιόμορφη εκπροσώπηση τους. Το αντίστροφο ισχύει για το Λεφόκαστρο, το οποίο έχει την πιο μικρή γενική ποικιλότητα, με το μικρότερο αριθμό ειδών και την πιο ανομοιόμορφη εκπροσώπηση τους.

Συμπερασματικά, διαπιστώνουμε σχετικά με τον Παγασητικό κόλπο, ότι οι Αλυκές έχουν την υψηλότερη γενική ποικιλότητα, τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών και την πιο ομοιόμορφη εκπροσώπηση από τα άτομα του κάθε είδους. Το Λεφόκαστρο έχει τη μικρότερη γενική ποικιλότητα και την χειρότερη κατανομή των ατόμων μεταξύ των ειδών. Η Μιτζέλα συγκεντρώνει τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι έχει και τον πιο ομοιόμορφο τρόπο κατανομής των ατόμων ανάμεσα στα είδη. Αντίθετα ο Μαραθιάς, αν και έχει μικρότερο αριθμό ειδών από τις Αλυκές και μικρότερο αριθμό ατόμων από την Μιτζέλα, έχει την πιο ομοιόμορφη κατανομή των ατόμων σχετικά με τα είδη του και η διαφορά στην ποικιλότητα οφείλεται στο τρόπο

κατανομής των ατόμων στα είδη. Η Αγριά εμφανίζει μικρό αριθμό ειδών όσο και ατόμων.

Η πλεονεκτική θέση του Παγασητικού κόλπου σε σχέση με άλλους θαλάσσιους κόλπους στην ελληνική επικράτεια δεν σημαίνει σε καμία περίπτωση την αλόγιστη εκμετάλλευση και άκριτη αξιοποίηση του. Επιβάλλεται να ληφθούν διαχειριστικά μέτρα που να ευνοούν την αειφορική αξιοποίηση του.

Οι τοπικές και κρατικές αρχές οφείλουν να διαφυλάξουν, κάθε ζωτικό οικοσύστημα που καταφέρει να αντιστέκεται και προσφέρει αφειδώς τον πλούτο του, στους ανθρώπους.

5 : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amoutzopoulou – Schina H., Haritonidis S., 2005. *Distribution and phenology of the marine phanerogam Posidonia oceanica in the Pagasitikos Gulf, Greece*. J.Biol. Res. 4: 203-211.
- Anagnostou C., Kaberi H., Karageorgis A., 1998. *Application of the geoaccumulation index in the evaluation of the anthropogenic impact on marine sediments*. Fresenius Envir. Bull. 7:631-636.
- Bogdanos C., Satsadjis J., 1983. *The macrozoobenthos of an Aegean embayment*, Thalassographica 6:77-105, Athens.
- Bogdanos C., Satsadjis J., 1985. *The benthic fauna of different soft substrata in the Pagassitikos Gulf (Greece)*, Thalassographica 8:43-69, Athens.
- Burns G.R. 1978. *Distribution of benthos in a stagnant bay*. Can. J. Zool., 56(8) : 1664-1668.
- Campbell A.C., 1976. *Guide to seashores and shallow seas of Britain and Europe*, The Hamlyn Publishing Group Limited, London.
- Castro P. & Huber M., 1992. *Marine Biology*. Mosby Year Book, St.Louis, 574 pp.
- Castro P., Huber M.E, 1999. *Θαλάσσια Βιολογία*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Day J.H., 1967. *A monograph on the polychaeta of southern Africa – Part I. Errantia*, Trustees of the British Museum (Natural History), London.
- Day J.H., 1967. *A monograph on the polychaeta of southern Africa – Part II. Sedentaria*, Trustees of the British Museum (Natural History), London.
- Diannelidis T., 1935. *Algues marines du golfe de Pagassai*. Thesis. Ακαδημία Αθηνών, Αθήνα.
- Digby P.G.N & Kempton R.A, 1987. *Multivariate analysis of ecological communities*, published by Chapman and Hall, U.K.

- Dounas C., Koukouras A., 1991. *Circalittoral macrobenthic assemblages of Strymonikos Gulf (North Aegean Sea)*, Marine Ecology, 13(2):85-99.
- Edwards R.W., Benson –Evans K., Learners M.A., Williams P., Williams R., 1972. *A biological syrvey of the river Taff*. Wat. Poll. Control. No 2:24 pp.
- Fauchald K., 1977. *The polychaete worms – Definitions and keys to the orders, families and genera*, Natural History Museum of Los Angeles, Los Angeles.
- Fauvel P., 1923. *Faune de France – Polychetes errantes*, Federation Francaise des Societes de Sciences Naturalles- Office Central de Faunistique, Paris.
- Fauvel P., 1927. *Faune de France – Polychetes sedentaires*, Federation Francaise des Societes de Sciences Naturalles- Office Central de Faunistique, Paris.
- Field L.G., 1971. *A numerical analysis of changes in the soft bottom fauna along a transect across False Bay, S. Africa.*, J. Exp. Mar. Ecol., 7:215-253.
- Friligos N. and Gotsis- Skretas O., 1989. *Eutrophication and red tide in Aegean Coastal waters*. Toxic. Env. Chem. 24, 171-180.
- Gabrielides G.P, Theocharis A.C, 1978. *Physical and chemical characteristics of Pagassitikos Gulf, Greece*, Thalassographica 2, 2, 135-154.
- Gee G.W and Bauder J.W, 1986. *Particle size analysis. Methods of soil analysis. Part 1*. A. Klute edition. ASA. Madison.
- Giulia d' Angelo and Gargiullo Stefano, 1978. *Guida alle conchiglie Mediterranee*, Fabri editori.
- Hayward P., Nelson-Smith T., Shields C., 1996. *Guide des bords se mer*, Mer du Nord Manche, Atlantique Mediterranee.
- Koukouras A. and Russo A., 1991. *Midlittoral soft substratum. Macrofaunal assemblages in the North Aegean Sea*. Marine Ecology, 12(4):293-316.
- Koukouras A., 1984. *Activity rythem in the patellid limpet Patella caerulea L.*, Thalassia Jugoslavica 21/22, 109-112.
- Koukouras A., Voultsiadou – Koukoura E., Kattoulas M., 1984. *Benthic bionomy of the North Aegean Sea. I. Physico-chemical characteristics of the Strymonikos gulf*. Thalassia Jugoslavica. 20(1) 53-72.

- Koutsoubas D., Koukouras A., Karakassis I., Dounas C., 1992. *Contribution to the Knowledge of Gastropoda and Bivalvia (Mollusca) of Crete island (S.Aegean Sea)*, Boll.Malacologico, 28:69-82, Milano.
- Lincoln R.J, Boxshall G.A, Clark P.F, 1982. *A dictionary of ecology, evolution and systematics*, Cambridge University Press.
- Margalef R., 1957. *La teoria de iformacion en Ecologia*. Mem.Real. Acad. Ciencia. Artes Barcelona, 32:373-449. (Information theory in Ecology). Gen. Syst., 3:36-71 (1958) (Translated).
- Nybakken J.W., 1996. *Marine Biology: an Ecological Approach (4th ed.)*. Benjamin-Cummings, 481pp.
- Pielou E.C, 1969. *The measurement of diversity in different types of biological collections*, J. Theo. Biol., 13:131-144.
- PRIMER 5 for Windows, Version 5.1.2
- Sanders H.L., 1968. *Marine benthic diversity. A comparative study*. The American nature.102 (925):243-282.
- Shannon C.E, Weaver W., 1963. *The mathematical theory of communication*, Urbana Press, Illinois, 117.
- Theocharis A., Laskaratos A., 1985. *Water type formation and spreading in Pagassitikos Gulf (NW Aegean)*. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.,29,3,37-38.
- Theodorou A.I., 1995. *Ecological monitoring studies for Volos sea outfall.(Pagasitikos Gulf, Western Aegean Sea)*. Wat.Sci. Tech.,32: 273-280.
- Yannopoulos. C and Barrois J.M., 1975. *Ecologie marine de la region del' Nord, I. Donnees preliminaires sur le zooplancton et d' Ichtyoplancton*. Biologia Hellenica, VI (1) : 125-133.
- Zenetos A., 1996. *Τα θαλάσσια δίθυρα (Μαλάκια) της Ελλάδας*, Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, Αθήνα.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανώνυμος, 1985. *Ρύπανση κλειστών κόλπων-περίπτωση Παγασητικού-Πρακτικά Συμποσίου*, ΔΗ.Κ.Ε.Μ.Β, Βόλος.
- Ανώνυμος, 2005. *Οδηγός ενοικιαζομένων δωματίων και διαμερισμάτων Ν, Μαγνησίας*, Βόλος.
- Θεοδώρου Α., 2004. *Ωκεανογραφία-Εισαγωγή στο θαλάσσιο περιβάλλον*, Εκδόσεις Σταμούλης, Βόλος.
- Θεοδώρου Α.Ι., Παναγιωτάκη Π., Μπουλταδάκη Α., Πνευματικάτος Η., 1997. *Οικολογική κατάσταση του Παγασητικού κόλπου και δυνατότητες χρήσης παράκτιων περιοχών του για εκτροφή ιχθύων*. Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης, 23,29-49.
- Κολιού – Μήτσιου Α., 1991. *Αναγνώριση, εκτίμηση και αντιμετώπιση των πηγών ρύπανσης του Παγασητικού κόλπου*. Πρακτικά 2^{ου} Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, 544-533.
- Κουτσούμπας Δ., 2003. *Βενθικά οικοσυστήματα – Σημειώσεις μαθήματος*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Μυτιλήνη.
- Κυριακόπουλος Ι., Λέβης Α., Χατζηκυριάκος Ν., 1987. *Βιομηχανική ρύπανση Παγασητικού*, ΕΛΚΕΠΑ, Βόλος.
- Λασκαράτος Α. και Θεοχαρης Α., 1984. *Συμβολή στη μελέτη της φυσικής ωκεανογραφίας του Παγασητικού κόλπου*. Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, 50-55.
- Μήτσιος Ι.Κ., Γάτσιος Φ.Α., Σαραντόπουλος Δ.Α., 2000. *Προσεγγίσεις στην εκτίμηση της ρύπανσης των ρεμάτων του Νομού Μαγνησίας από γεωργικές και άλλες δραστηριότητες*. Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, 533-560.
- Μπαλόπουλος Ε., Παπαγεωργίου Ε., Χαραλαμπίκης Α., Παπαδόπουλος Β., 1987. *Μετρήσεις θαλάσσιων ρευμάτων στο δυτικό Αιγαίο Πέλαγος : Παγασητικός Κόλπος*. Πρακτικά 2^{ου} Πανελλήνιου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, 318-321.

- Μπόγδανος Κ., 1980. *Κατάσταση βένθους Παγασητικού κόλπου την τελευταία δεκαπενταετία*, Ε.Κ.Θ.Ε, Αθήνα.
- Μπόγδανος Κ., 1990. *Παγασητικός Κόλπος-Τελική έκθεση - Μακροζωοβένθος μαλακού υποστρώματος*, Εργαστήριο Βένθους, Βιολογική Ωκεανογραφία, Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, Αθήνα.
- Μπόγδανος Κ., Σατσματζής Ι., 1983. *The macrozoobenthos of an Aegean embayment*, Thalassographica, 6:77-105.
- Οικονόμου Γ., 1998. *Ρύθμιση της αλιείας στον Παγασητικό κόλπο- Διαχειριστική πρόταση*, Εποπτεία αλιείας, Βόλος.
- Οικονόμου Γ., 2006. *Σχέση παράκτιας αλιείας και των υδατοκαλλιεργητικών δραστηριοτήτων στον Παγασητικό κόλπο*, Δ/ση αλιείας, Νομαρχία Μαγνησίας, Βόλος.
- Περισσοράτης Κ., Ζαχαράκης Π., Ανδρινόπουλος Α., 1993. *Ιζηματολογία του Παγασητικού κόλπου και του διαύλου του Τρίκερι (Δ. Αιγαίο Πέλαγος)*. Τεχνική έκθεση. ΙΓΜΕ.
- Σιώκου – Φράνγκου, 1990. *Μελέτη της σύνθεσης και της κατανομής του ζωοπλαγκτόν στον Παγασητικό κόλπο*. ΕΚΘΕ, Αθήνα, 146-167.
- Στεργίου Κ.Ι, 1991. *Τα οικοσυστήματα του Ευβοϊκού και Παγασητικού κόλπου*, Αλιευτικά νέα, ΕΚΘΕ, Αθήνα.
- Φριλίγκος Ν., 1990. *Ωκεανογραφική μελέτη Παγασητικού κόλπου 1986-1990 - Τεχνική έκθεση*, ΕΚΘΕ, Αθήνα.
- Χατζής Γ., 1989. *Τεχνική έκθεση – εκτίμηση υδάτινων απορροών στις λεκάνες απορροής του Βόρειου Παγασητικού*, ΕΛΚΕΠΑ-Παράρτημα Βόλου, Βόλος.
- Ψόχιου Ε., 2003. *Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης του Παγασητικού κόλπου: Συμβολή στην αειφορική διαχείριση του*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Βόλος.

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

- <http://www.macrozoobenthos.de/>
- <http://www.marbef.org/modules.php?name=Photogallery&album=57>
- <http://marineserver2.aegean.gr/marine/greek/student%20notes/Βενθικά%20Οικοσυστήματα/BENΘΙΚΑ%20ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ%20Part%20I.pdf>

- <http://marineserver2.aegean.gr/marine/greek/student%20notes/Βενθικά%20Οικοσυστήματα/BENΘΙΚΑ%20ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ%20Part%20II.pdf>
- <http://marineserver2.aegean.gr/marine/greek/student%20notes/Βενθικά%20Οικοσυστήματα/BENΘΙΚΑ%20ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ%20Part%20III.pdf>
- <http://marineserver2.aegean.gr/marine/greek/student%20notes/Βενθικά%20Οικοσυστήματα/BENΘΙΚΑ%20ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ%20Part%20IV.pdf>

6 : ABSTRACT

Benthic ecosystems are of high interest, both ecological and economical. It is widely accepted that the monitoring of benthic communities, could give important information about the configuration of the biocommunities, the structure and function of the population of species.

Undoubtly, abiotic factors, such as, light, oxygen, pH, temperature e.t.c affect the living , the distribution and richness of benthic species.

Our study area, is Pagasitikos Gulf. Pagasitikos is located in the province of Magnesia, where Volos is the capital city. Volos has 120,000 habitants and is a center of industrial and commercial development. The sea region of Pagasitikos receives all the waste of these actions.

The study focuses on the upper infralittoral zone, on soft substratum. We aimed to collect and identify the benthic fauna and write down the abiotic factors of each sea area.

We have chosen five sample areas across Pagasitikos. Those areas are Marathias, Lefokastro, Agria, Alikes and Mitzela. We took samples of benthos, at 55-65 cm depth and wrote down the indications of temperature, oxygen, ph and salinity. We used portable electronic implements and the Corer cylinder. Afterwards, we made statistical analysis and used ecological indicators, to help us draw coclusions.

The results showed that the physico-chemical parameters are under normal indications, for the summer season that the measurements took place and they haven't changed to a degree, that causes concern. Moreover the area with the highest benthic diversity is Alikes and follows the area of Mitzela. Furthermore, the most common species are *Bittium reticulatum latreillei*, *Bittium reticulatum reticulatum*, *Rissoa similis*, *Rissoa ventricosa*, *Lucinella divaricata*, *Tellina fabula*, *Magelona papilocornis* και *Poecilochaetus serpens*.

As a conclusion Pagasitikos seems to have a very good balance, through out the years. It has a natural gift to sustain this balance thanks to its good circulation of currents and the good shape of the Gulf , which is wide and deep enough.

For all that it offers, all humans are responsible to protect and sustainably manage that sea region.

Keywords : Pagasitikos Gulf, benthos, phycico-chemical parameters.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 6. Τιμές των δεικτών, έτσι όπως προέκυψαν από την εφαρμογή του *PRIMER*.

PRIMER 29/8/2006

DIVERSE

Univariate Diversity indices

Worksheet

File: A:\Βιβλίο1.xls

Sample selection: All

Variable selection: All

Sample	S	N	d	J' Brillouin	H'(loge)	1-Lambda'	
M	13	404	1,999	0,8347	2,054	2,141	0,8439
L	7	1819	0,7994	0,1991	0,3786	0,3875	0,1454
A	6	316	0,8688	0,5166	0,8841	0,9257	0,4109
AL	41	3988	4,825	0,6479	2,374	2,406	0,7744
MI	18	10330	1,839	0,3547	1,021	1,025	0,4367

